

RIJKSPROEFSTATION VOOR ZAADCONTRÔLE.

Mautsaka-koffie

DOOR

F. F. BRUIJNING.

Blijkens eene in de „Scientific American” voorkomende mededeeling ontving het Bureau of Manufacturers een paar jaar geleden zaden van eene nog niet nader bekende, op Madagascar voorkomende koffiesoort. Naar aanleiding van dat bericht verzocht ik onzen Vice-Consul te Tamatave, den heer E. Jude, mij zoo mogelijk een weinig van de boonen dezer nieuwe soort voor mijn collectie te willen zenden. Aan dit verzoek werd op de meest welwillende wijze voldaan; in den zomer van het jaar 1913 ontving ik van den heer Jude als voorloopige zending een klein monster en in 1914 eene grootere hoeveelheid, die een nader onderzoek mogelijk maakte.

Aan de eerste zending werden de volgende gegevens door den heer Jude toegevoegd.

De koffie was geoogst in de streek om Fort Dauphin. Zij komt veelvuldig voor in het Zuid-Oostelijk deel van Madagascar, wordt ongeveer 5 tot 5,5 M. hoog, en gelijkt veel op de gewone koffie, doch de bladeren zijn kleiner. De rijpe vrucht neemt een geelachtige kleur aan; de zaden, die in Februari en in Maart geoogst worden, bevatten geen coffeïne. De reuk van de gebrande koffie is aangenaam, doch de smaak van den daaruit bereiden drank is bitter en onaangenaam. Deze koffiesoort is nog niet in cultuur genomen.

Deze laatste bijzonderheden herinneren aan eenige andere minder bekende en ook nog weinig volledig onderzochte Coffeasoorten, die hoofdzakelijk op Madagascar voorkomen: *C. Galienii*, *C. Bonnierii* en *C. Mogenetii*, die met een vierde nieuwe soort, *C. Augagneuri*, het eerst door Dubard beschreven zijn¹⁾. Ook *C. Humblotiana* is vrij van coffeïne; deze soort, het eerst door Baillon behandeld, komt op de Comoren voor; men vindt aangaande haar eenige bijzonderheden bij de Wilde-

¹⁾ Marcel Dubard: Les caféiers sauvages de la Montagne d'Ambre (Madagascar) in L'Agriculture pratique des pays chauds, bulletin du jardin colonial, V, 1905, 1re Sem., p. 92, en van denzelfden schrijver: Seconde note sur les caféiers sauvages d. l. mont. d'Ambre (Madagascar), in hetzelfde tijdschrift, VI, 1906, 2me Sem., p. 518.

man ²⁾ en bij Froehner ³⁾. Zeer arm aan coffeïne is ook *C. mauritiana*, o.a. beschreven door Froehner ⁴⁾ en door Lecomte ⁵⁾, door wien ook de Cordemoy ⁶⁾ wordt aangehaald.

Deze soorten zijn, met uitzondering van *C. Augagneuri*, door Bertrand chemisch onderzocht ⁷⁾. Bertrand vond voor *C. mauritiana* slechts 0,075 pct. coffeïne, terwijl de overige hier genoemde soorten in het geheel geen coffeïne bevatten. *C. Humblotiana*, *C. Gallienii*, *C. Bonnierii* en *C. Mogeneti* bevatten echter volgens dezen onderzoeker in de zaden een bitterstof, door hem *cafamarine* genoemd, die deze koffiesoorten geheel ongenietelijk maakt. Aangaande *C. mauritiana* zijn dienaangaande weinig bijzonderheden bekend. De Cordemoy deelt mede, dat de inboorlingen van Réunion mauritiana-koffie in vermenging met gewone koffie gebruiken, terwijl Hiern hetzelfde mededeelt, daarbij opmerkende, dat deze koffie, alleen gebruikt, giftige eigenschappen blijkt te bezitten ⁸⁾.

Door eene meer uitvoerige studie van het mij gezonden zaad heb ik getracht niet alleen hiervan eene nauwkeurige beschrijving te geven, doch tevens deze soort zoo veel mogelijk te vergelijken met de hierboven genoemde en reeds beschreven soorten. De zeer onvolledige opgaven, die dienaangaande in de literatuur voorkomen, hebben mij de wenschelijkheid eener nauwkeurige beschrijving, die andere onderzoekers ter vergelijking diensten kan bewijzen, zeer doen gevoelen, terwijl ook de wenschelijkheid om uit te maken, in hoever wij hier met een nieuwe soort te doen hebben, voor de hand ligt. Ook de Mautsaka-koffie toch is vrij van coffeïne, en is wegens een bitteren bijmaak ongeschikt voor menscheijk gebruik ⁹⁾.

²⁾ E. de Wildeman: Les plantes tropicales de grande culture I, 1908, p. 64 en 146.

³⁾ A. Froehner: Ueber die Arten der Gattung Coffea (Notizblatt des Königl. botanischen Gartens und Museums in Berlin, No. 7, 1897, p. 230) en: Die Gattung Coffea und ihre Arten in de Botanische Jahrbücher, herausgeg. v. Engler, XXV, 1898, p. 264.

⁴⁾ Die Gattung Coffea, enz. p. 233.

⁵⁾ Henri Lecomte, Le café, Paris, 1899, p. 39.

⁶⁾ De Cordemoy. Flore de l'île de la Réunion, p. 506. Merkwaardigerwijze luidt, volgens Lecomte, de betreffende mededeeling van De Cordemoy: „Les graines servent aux mêmes usages que celles du *C. arabica*, auquel on les mêle quelquefois; mais les effets physiologiques en sont plus prononcés”. Zie ook noot 8.

⁷⁾ G. Bertrand, Note sur les cafés sans caféine, in l'Agriculture pratique des pays chauds, bulletin du jardin colonial, V, 1905, 2me Sem., p. 174.

⁸⁾ W. P. Hiern, On the African Species of the Genus Coffea, in Transactions of the Linnean Society of London, second series vol. I (Botany), 1880 (“It is mixed with other kinds of coffee; taken alone, it is said to have intoxicating properties”).

⁹⁾ Uit het poeder der zaadkernen kon geen coffeïne door sublimatie door mij verkregen worden. De sublimatie van een mengsel van 9 deelen van dat poeder met 1 deel poeder van *C. arabica* (ongebraad) leverde een overvloed van coffeïne-kristallen. Door uitschudding van een waterig extract (7—8 c.M³. van een aftreksel van 2,5 gram met 20 c.M³. water) met een gelijk volume benzol verkreeg ik uit Mautsaka-koffie geen coffeïne. De gebrande

COFFEA AMARA.

Platboonen in de hoornschil.

1, buikzijde; 2 en 3, rugzijde; 4, dubbele platboon.

Vergrooting: driemaal.

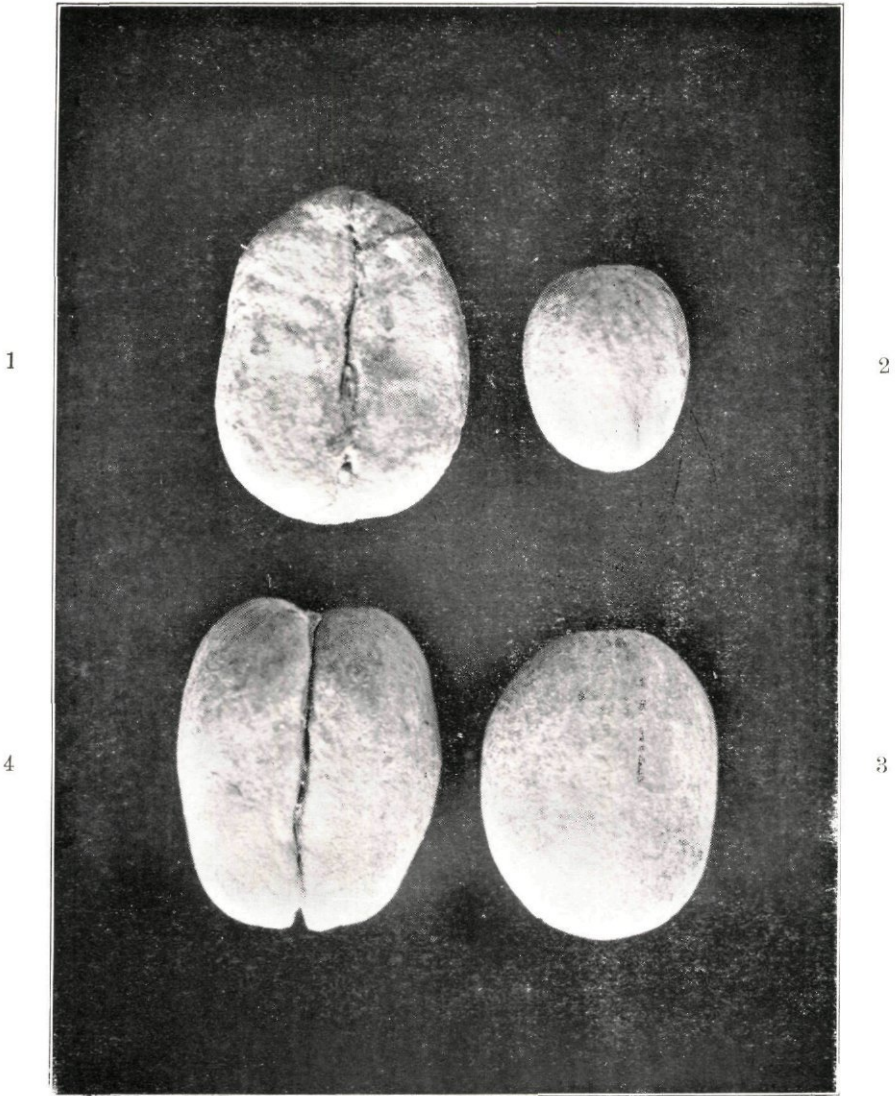


Fig. 1.

Zij is dus niet van praktische beteekenis. De mogelijkheid is echter geenszins buitengesloten te achten, dat zij door zorgvuldige cultuur den bitteren smaak min of meer zal verliezen; ook de Wildeman heeft reeds aan deze mogelijkheid herinnerd. Voorbeelden in gelijke richting bieden ons verschillende cultuurgewassen; een gevolg van deze wijziging zou aan deze soort waarschijnlijk eene niet geringe praktische beteekenis geven, en het moet daarom wel wenschelijk worden geacht, dat de Coffeasoorten, die geen coffeïne bevatten, nader in studie worden genomen.

Het ontvangen materiaal bestond uit de boonen in hoornschil. Zij waren ongeveer van de kleur van liberica-boonen, doch minder groot. Hieronder kwamen twee verdroogde vruchten voor, die elk een dubbele platboon bevatten, en drie vruchtjes, in elk waarvan een rondboon aanwezig was. Op enkele exemplaren vond ik bovendien kleine verdroogde resten van de vruchtwand, waartoe overigens ook de hoornschil, het endocarp, gerekend moet worden. Deze resten waren, evenals de bedoelde vruchtjes, zeer donker gekleurd en konden na weeking gebruikt worden om er doorsneden van te maken, waarop hieronder nog teruggekomen zal worden. Uit een en ander bleek echter, dat de discuss aan den top van de vrucht meer overeenkomst had met die van *C. liberica* dan met die van *C. arabica*, en dus niet bepaald klein genoemd kan worden, zooals door Froehner o.a. voor *C. mauritiana* aangegeven werd ¹⁰⁾.

Van de beide vruchtjes, die elk een dubbele platboon bevatten, was het eene zeer weinig, het andere iets meer eivormig naar de basis versmald; de kleur was geenszins geelachtig, doch zeer donker bruingrauw. Daar zij echter door het fermentatie-proces ongetwijfeld zeer sterk gewijzigd was, kon hieruit geen gevolgtrekking met betrekking tot de oorspronkelijke kleur worden opgemaakt (Fig. 23).

De praktijk noemt de koffievruchten bessen. Een bes, *bacca*, is de koffievrukt echter geenszins. In den regel bevat het vrucht-

koffie was goed van kleur en van reuk; vooral de reuk van de vermalen gebrande boonen was geenszins onaangenaam. De hieruit bereide drank was echter bitter en de bittere nasmaak bleef vrij lang aanhouden. Toevoeging van suiker en melk, op de wijze zooals wij de koffie gewoonlijk gebruiken, nam deze onaangenaam bittere smaak niet weg. Ik heb niet kunnen nagaan, waardoor zij veroorzaakt wordt, omdat mij hiervoor de gelegenheid geheel ontbreekt; alleen wil ik nog aanteekenen, dat de vervoeding van 15 gram van het vetrijke poeder binnen 24 uur aan een konijn zonder eenig merkbare stoornis verdragen werd. Het poeder werd daartoe met veel suiker, fijngesneden groene bladeren en wat water vermengd. Voor de tweede maal werd het echter hardnekkig geweigerd.

Volgens de Entwürfe zu Festsetzungen über Lebensmittel, herausgeg. v. Kaiserl. Gesundheitsamt, Heft 5: Kaffee, Berlin 1915, pag. 32, is koffie, waaraan door eene bijzondere behandeling coffeïne is onttrokken, als vrij van coffeïne te beschouwen, indien haar gehalte hieraan minder dan 0,08 pct. bedraagt; als coffeïne arme koffie moet volgens het bedoelde ontwerp de koffie worden beschouwd, indien zij minder dan 0,2 pct. coffeïne bevat.

¹⁰⁾ L. c. pag. 273.

beginsel van *Coffea* twee anatropie ovula, vaak echter ook drie, en in enkele gevallen een nog grooter aantal. Na de bestuiving kan zich derhalve een verschillend aantal eitjes tot zaden ontwikkelen. In het meer algemeene geval bedraagt dit aantal dus twee, die te zamen de dubbele „platboon” vormen. De meest normale vorm van het zaad is dienovereenkomstig de *platboon*. Komt echter slechts één van beide eitjes tot volledige ontwikkeling en het andere slechts gedeeltelijk, dan ontstaat de *rondboon*, waartegen zich de *voosboon* aanbuigt. Indien drie ovula tot ontwikkeling komen ontstaat de *drieboon*. Ik houd mij bij deze korte uiteenzetting aan de door Cramer gegeven terminologie, die met de bij de planters gebruikelijke overeenkomt ¹¹⁾.

Het geval, dat zeer vele eitjes na bevruchting tot verdere ontwikkeling komen, doet zich bij de veelzadige Menado-koffie voor, *C. arabica polysperma* Burck, door Cramer ¹²⁾, Burk en Ottolander beschreven. Bij deze soort vindt men gewoonlijk zes tot acht en meer boontjes in de vruchten, voor het meerendeel voosboontjes. Het hiervan verschillende geval van polyspermie bij koffie, door Hanausek en Hartwig beschreven ¹³⁾, blijft hier verder buiten beschouwing, hoe interessant dit ook zij.

In overeenstemming met de praktijk noemt Cramer de vruchten ten onrechte bessen. De meeste auteurs noemen haar een steenvrucht (drupa) ¹⁴⁾, doch ook deze aanduiding is niet volkomen juist te achten, omdat de zaden niet in een eigenlijke steen (putamen of pyrena) liggen, doch veel meer in een hoornachtig klokhuis. Van dit gezichtspunt uit bezien zou de vrucht veel meer als een pitvrucht, pomum, beschouwd moeten worden.

De door mij ontvangen zaden in hoornschil bestonden uit:

Normale boonen (platboonen)	72,5 pct.
Rondboonen	25,8 „
Voosboonen	1,6 „
Drieboonen	0,1 „

Het gehalte aan rondboonen is dus relatief groot; fig. 1 geeft de drievoudig vergrootte afbeelding van de platboonen in hoornschil, fig. 2 de afbeelding van rondboonen met de zich daarop bevindende voosboonen, van voosboonen en van drieboonen, bij gelijke vergrooting.

¹¹⁾ P. J. S. Cramer: Gegevens over de variabiliteit van de in Nederlandsch-Indië verbouwde koffie-soorten, Batavia 1913.

¹²⁾ L. c. pag. 197; Cramer citeert W. Burck: Sur l'organisation florale chez quelques Rubiacées (Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, IV, 1re partie, pag. 52), en T. Ottolander (Koffiegids, 1e jaargang, pag. 238).

¹³⁾ C. Hartwig: Beiträge zur Kenntnis des Kaffees, in het Zeitschr. für Unters. der Nahrungs- und Genussmittel, 1909, XVIII, p. 721. Daar ter plaatse is ook de overige hierop betrekking hebbende literatuur vermeld.

¹⁴⁾ Hier dus te onderscheiden als een tweezadige, driezadige of veelzadige steenvrucht (d. dipyrena, d. tripyrena en d. multipyrena).

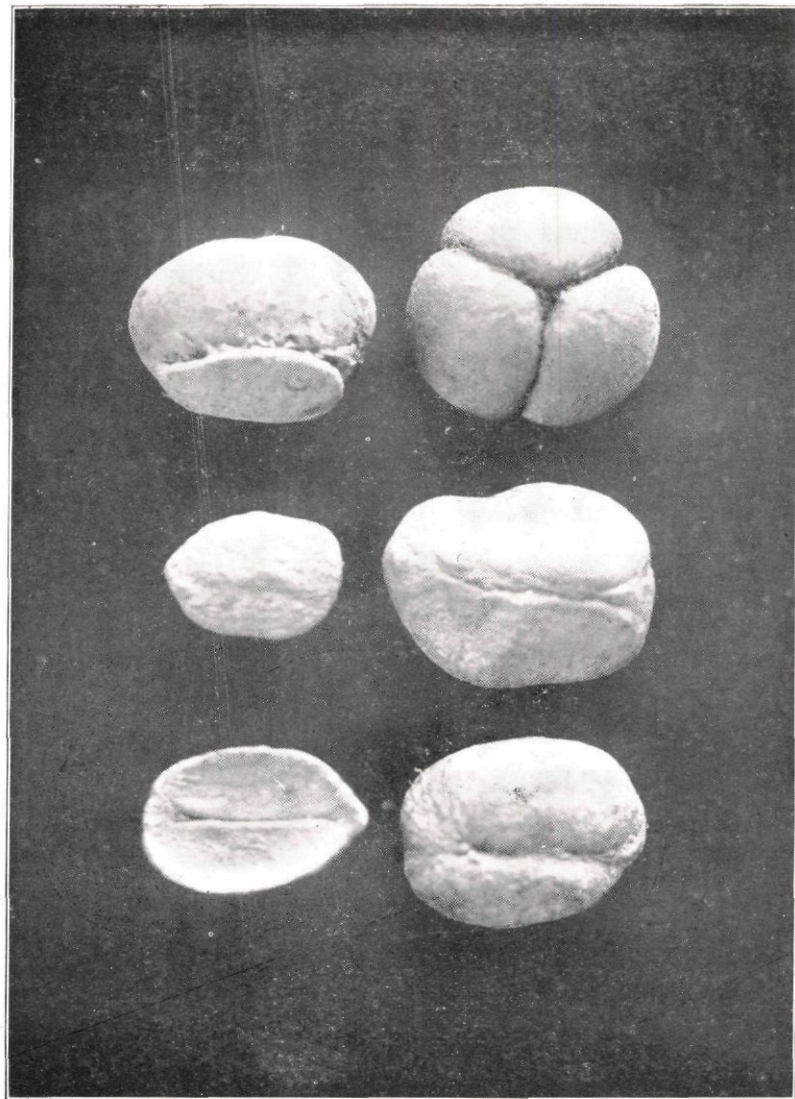
Zaden in de hoornschild, driemaal vergroot.

1. rondboon; 2, drieboon; 3, drie aaneenzittende drieboonen; 4, voosboon (buikzijde); 5, voosboon (rugzijde); 6, rondboon, met daarop zittende voosboon.

4

5

6



1

2

3

Fig. 2.

Het gewicht was:

	Gemiddeld.	Minimum.	Maximum.
Van de platboonen . .	0,291 G.	0,193 G.	0,378 G.
„ „ rondboonen. .	0,311 „	0,222 „	0,363 „

De boonen werden gescheiden in boonen van gemiddelde grootte, die verreweg het grootste aantal uitmaakten, en in „grootste” en „kleinste” boonen. Deze onderscheiding geschiedde op het oog. De afmetingen dezer groepen blijken uit het onderstaande overzicht; fig. 3 verduidelijkt, wat door mij onder lengte, breedte en hoogte wordt verstaan. Deze figuur heeft feitelijk betrekking op de van hoornschild en zilvervlies bevrijde zaden, doch kan ook hier ter toelichting dienen.

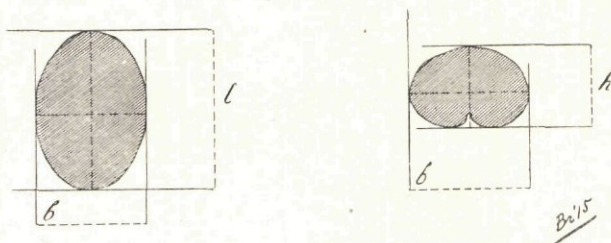


Fig. 3.

l = lengte; b = breedte; h = hoogte.

Gemiddelde afmetingen van de zaden, in de hoornschild besloten.

Zaadvormen.	Zaden van gemiddelde grootte.	Kleinste zaden.	Grootste zaden.
A. Lengte.	m.M.	m.M.	m.M.
Platboonen	13,2 (11,4—14,5)	9,8 (9,3—10,5)	15,0 (13,9—16,2)
Rondboonen	12,1 (11,1—13,0)	9,0 (8,4—10,0)	13,9 (12,7—15,6)
Voosboonen	10,7 (9,7—11,7)	6,9 (6,4— 7,7)	10,3 (9,6—10,7)
B. Breedte.			
Platboonen	9,7 (8,9—10,3)	7,6 (7,4— 7,9)	10,8 (10,2—11,6)
Rondboonen	8,9 (8,3— 9,4)	7,8 (7,2— 8,3)	9,8 (9,2—10,8)
Voosboonen	6,7 (6,4— 6,9)	5,4 (4,8— 5,9)	8,1 (7,8— 8,8)
C. Hoogte.			
Platboonen	6,1 (5,6— 6,6)	5,0 (4,5— 5,4)	6,7 (6,0— 7,5)
Rondboonen	7,8 (7,4— 8,2)	6,7 (6,5— 7,0)	8,3 (7,2— 9,3)
Voosboonen	0,8 (0,7— 1,1)	1,0 (0,9— 1,1)	1,2 (1,0— 1,5)

De lengte der in zeer gering aantal voorkomende en onderling nog samenhangende drieboonen was ongeveer 11 m.M., de dia-

meter ongeveer 12,5 m.M., en het gewicht 0,6—0,7 gram (zie fig. 2, No. 3).

De fluctueerende variabiliteit dezer boonen in hoornschil is door mij, in tegenstelling met Cramer, niet verder onderzocht. Cramer ¹⁵⁾ verdeelde de boonen in hoornschil in platboonen en rondboonen en sorteerde deze groepen in klassen, waarvan de lengte telkens met 0,5 m.M. toenam. Voor de groep, die de gemiddelde lengte bezat, werd tevens de breedte bepaald. De eigenschappen der *zaden* werden door hem niet nagegaan. Daar de hoornschil echter een deel van den vruchtwand is, het endocarp, lijkt mij de door Cramer ingeslagen weg de minder juiste en ik heb daarom meer in het bijzonder deze variabiliteit voor de zaden der Mautsaka-koffie onderzocht.

Cramer heeft echter ook de netto-opbrengst aan zaad voor de door hem onderzochte soorten nagegaan en ik wil daarom hieronder ook aangeven, hoe zich het totaal-gewicht der boonen van de Mautsaka-koffie in hoornschil over de verschillende componenten daarvan verdeelt:

De boonen in hoornschil bestaan uit:

	Hoornschillen.	Zaadhuiden.	Kernen.
<i>A. Platboonen.</i>			
Grootste boonen.	27,2 pct.	3,9 pct.	68,9 pct.
Gemiddelde „	27,7 „	4,0 „	68,3 „
Kleinste „	29,1 „	4,3 „	66,6 „
<i>B. Rondboonen</i>			
Grootste boonen.	26,7 „	4,3 „	69,0 „
Gemiddelde „	27,1 „	5,4 „	67,4 „
Kleinste „	27,3 „	4,7 „	68,0 „

De zaden bestaan derhalve uit:

	Kernen (endosperm + embryo).	Zilvervliesjes (testa).
<i>A. Platboonzaden.</i>		
Grootste zaden	94,7 pct.	5,3 pct.
Gemiddelde „	94,4 „	5,6 „
Kleinste „	93,9 „	6,1 „
<i>B. Rondboonzaden.</i>		
Grootste zaden	94,2 „	5,8 „
Gemiddelde „	92,6 „	7,4 „
Kleinste „	93,6 „	6,4 „

¹⁵⁾ L. c. pag. 116.

Slechts met één uitzondering, bij de rondboonen van gemiddelde grootte, daalt met de afnemende grootte het kernprocent, wat overigens om begrijpelijke redenen het algemeene geval is.

Uit deze gegevens blijkt verder, dat de hoornschil der Mautsakakoffie relatief dik is; de directe meting daarvan bevestigt dit. Volgens de uitkomst van 25 metingen was zij gemiddeld 0,25 m.M. (0,21—0,35 m.M.); voor een monster Java-koffie (*C. arabica*)¹⁶⁾ vond ik voor deze dikte slechts 0,09 m.M. (0,06—0,13 m.M.; het gemiddelde is uit 25 metingen berekend). Deze afmetingen hebben betrekking op de droge hoornschil.

Het gemiddelde gewicht der van het zilvervlies geheel bevrijde zaden bedroeg voor de platboonen 0,216 gram, en voor de rondboonen 0,221 gram. De kleur dezer kernen kwam ongeveer overeen met No. 171 van de code van *Klincksieck* en *Valette*, doch was een spoor groener¹⁷⁾.

Het gewicht van het embryo bedraagt slechts 0,3 tot 0,35 pct. van het totaal-gewicht der reine kernen.

Door mij is de fluctueerende variabiliteit van de reine kernen, van de „bereide koffie” dus, nagegaan. In de literatuur zijn hierover geen voldoende gegevens aanwezig. Deze variabiliteit werd zoowel voor de lengte als voor de breedte en voor de hoogte der zaadkernen van platboonen en van rondboonen nagegaan; hier zij nog eens verwezen naar fig. 3.

Daartoe werden 300 individuen op 0,1 m.M. nauwkeurig gemeten, zoodat de mediaan en de kwartielen nauwkeurig te bepalen waren. Voor de constructie der variabiliteitskurven werden de kernen in klassen verdeeld, die wat de lengte betreft steeds 0,5 m.M. omvang hadden, en wat de hoogte en de breedte aangaat 0,3 m.M.

Wat de *lengte* betreft werden de volgende uitkomsten verkregen:

	Platboonkernen.	Rondboonkernen.
Kl. 7,0—7,4 m.M.	0 = 0 pct.	1 = 0,3 pct.
7,5—7,9 „	3 = 1 „	7 = 2,3 „
8,0—8,4 „	15 = 5 „	11 = 3,7 „
8,5—8,9 „	15 = 5 „	27 = 9 „
9,0—9,4 „	38 = 12,7 „	60 = 20 „
9,5—9,9 „	53 = 17,7 „	81 = 27 „
10,0—10,4 „	74 = 24,7 „	56 = 18,7 „
10,5—10,9 „	55 = 18,3 „	28 = 9,3 „
11,0—11,4 „	25 = 8,3 „	19 = 6,3 „
11,5—11,9 „	17 = 5,7 „	8 = 2,7 „
12,0—12,4 „	4 = 1,3 „	2 = 0,7 „
12,5—12,9 „	1 = 0,3 „	0 = 0 „

¹⁶⁾ Door de welwillende medewerking van den Alg. Secretaris van het Koloniaal Instituut, den Heer Prof. W i j s m a n , kreeg ik de beschikking over eenig authentiek vergelijkingsmateriaal van *C. arabica*, *C. robusta*, *C. liberica*, enz.

¹⁷⁾ *Klincksieck* et *Valette*: Code des couleurs, pag. 46.

Verder werd berekend:

	Platboonkernen.	Rondboonkernen.
voor: q_1	9,44 m.M.	9,15 m M.
Mediaan	10,02 "	9,69 "
q_3	10,61 "	10,28 "
$q_3 - q_1 = Q$	0,585 "	0,565 "
$\frac{Q}{2}$	0,58 "	0,54 "
Med. — $q_1 = Q_1$	0,59 "	0,59 "
$q_3 - \text{Med.} = Q_3$	7,7 "	7,1 "
Minimum	12,5 "	12,2 "
Maximum		

In fig. 4 is de variabiliteitskurve voor de lengte geteekend; met N is die voor de platboonen (normaalboonen) aangeduid, met R die voor de rondboonen. Deze kurven, en ook de volgende, zijn zoo geteekend, dat 1 kwadraat aan één individu ten honderd beantwoordt.

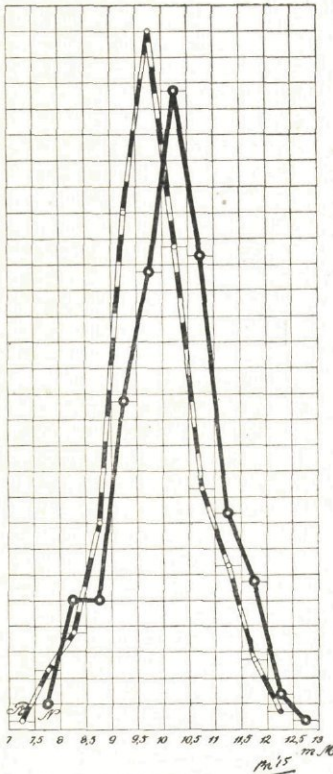


Fig. 4.

Uit deze gegevens blijkt, dat de platboonkern in het algemeen wat langer is dan de rondboonkern; de verschillen zijn echter niet groot. Hetzelfde kan ook voor de *breedte* worden opgemerkt, waarvoor de betreffende gegevens waren:

	Platboonkernen	Rondboonkernen.
Kl. 5,3 — 5,5 m.M.	0 = 0 pct	1 = 0,3 pct
5,6 — 5,8 "	1 = 0,3 "	4 = 1,3 "
5,9 — 6,1 "	5 = 1,7 "	11 = 3,7 "
6,2 — 6,4 "	10 = 3,3 "	35 = 11,7 "
6,5 — 6,7 "	29 = 9,7 "	59 = 19,7 "
6,8 — 7,0 "	39 = 13,0 "	74 = 24,7 "
7,1 — 7,3 "	50 = 16,7 "	67 = 22,3 "
7,4 — 7,6 "	66 = 22 "	30 = 10,0 "
7,7 — 7,9 "	53 = 17,7 "	13 = 4,3 "
8,0 — 8,2 "	29 = 9,7 "	6 = 2,0 "
8,3 — 8,5 "	11 = 3,7 "	0 = 0 "
8,6 — 8,8 "	5 = 1,7 "	0 = 0 "
8,9 — 9,1 "	2 = 0,7 "	0 = 0 "
q_1	6,96 m.M.	6,55 m.M.
Med	7,38 "	6,85 "
q_3	7,70 "	7,17 "
Q	0,37 "	0,31 "
Q_1	0,42 "	0,30 "
Q_3	0,32 "	0,32 "
Minimum	5,6 "	5,3 "
Maximum	9,0 "	8,2 "

De rondboonen zijn over het geheel dus ook wat smaller dan de platboonen; men zie hiervoor ook fig. 5, waarvoor hetzelfde geldt, als bij fig. 4 werd opgemerkt.

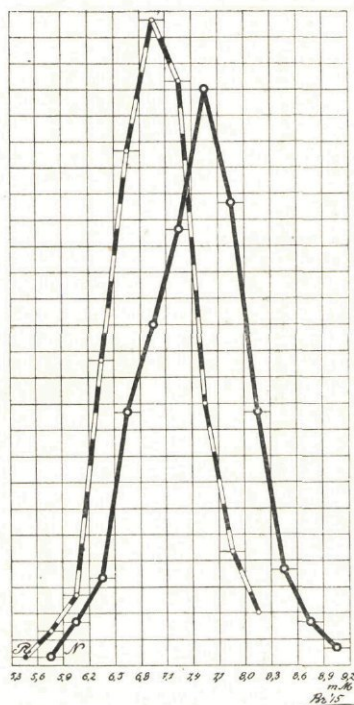


Fig. 5.

Voor de *hoogte* verkreeg ik de onderstaande gegevens:

			Platboonkernen.	Rondboonkernen.
Kl.	3,5—3,7	m.M.	5 = 1,7 pct.	—
	3,8—4,0	"	21 = 7,0 "	—
	4,1—4,3	"	49 = 16,3 "	—
	4,4—4,6	"	108 = 36,0 "	—
	4,7—4,9	"	70 = 23,3 "	4 = 1,3 pct.
	5,0—5,2	"	34 = 11,3 "	12 = 4,0 "
	5,3—5,5	"	12 = 4,0 "	30 = 10,0 "
	5,6—5,8	"	0 = 0 "	77 = 25,7 "
	5,9—6,1	"	1 = 0,3 "	84 = 28,0 "
	6,2—6,4	"	—	70 = 23,3 "
	6,5—6,7	"	—	17 = 5,7 "
	6,8—7,0	"	—	5 = 1,7 "
	7,1—7,3	"	—	0 = 0 "
	7,4—7,6	"	—	1 = 0,3 "

	Platboonkernen.	Rondboonkernen.
q_1	4,30 m M.	5,63 m M.
Med.	4,50 "	5,92 "
q_3	4,74 "	6,16 "
Q	0,22 "	0,265 "
Q_1	0,20 "	0,29 "
Q_3	0,24 "	0,24 "
Minimum	3,5 "	4,7 "
Maximum	5,9 "	7,5 "

De kurve voor deze variabiliteit is in fig. 6 weergegeven; uit de gezamenlijke gegevens blijkt duidelijk, dat de vorm der rondboonkernen wat korter en smaller doch aanmerkelijk hooger is, dan die van de platboonkernen.

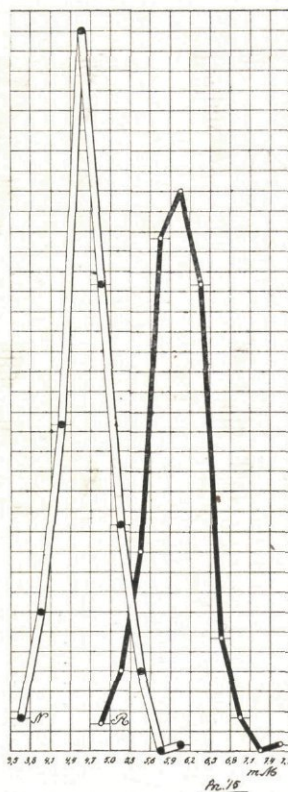


Fig. 6.

In fig. 7 zijn de verschillende vormen der naakte zaadkernen van de Mautsaka-koffie afgebeeld, in fig. 8 de doorsneden van het endosperm van deze verschillende vormen. In deze laatste

COFFEA AMARA.

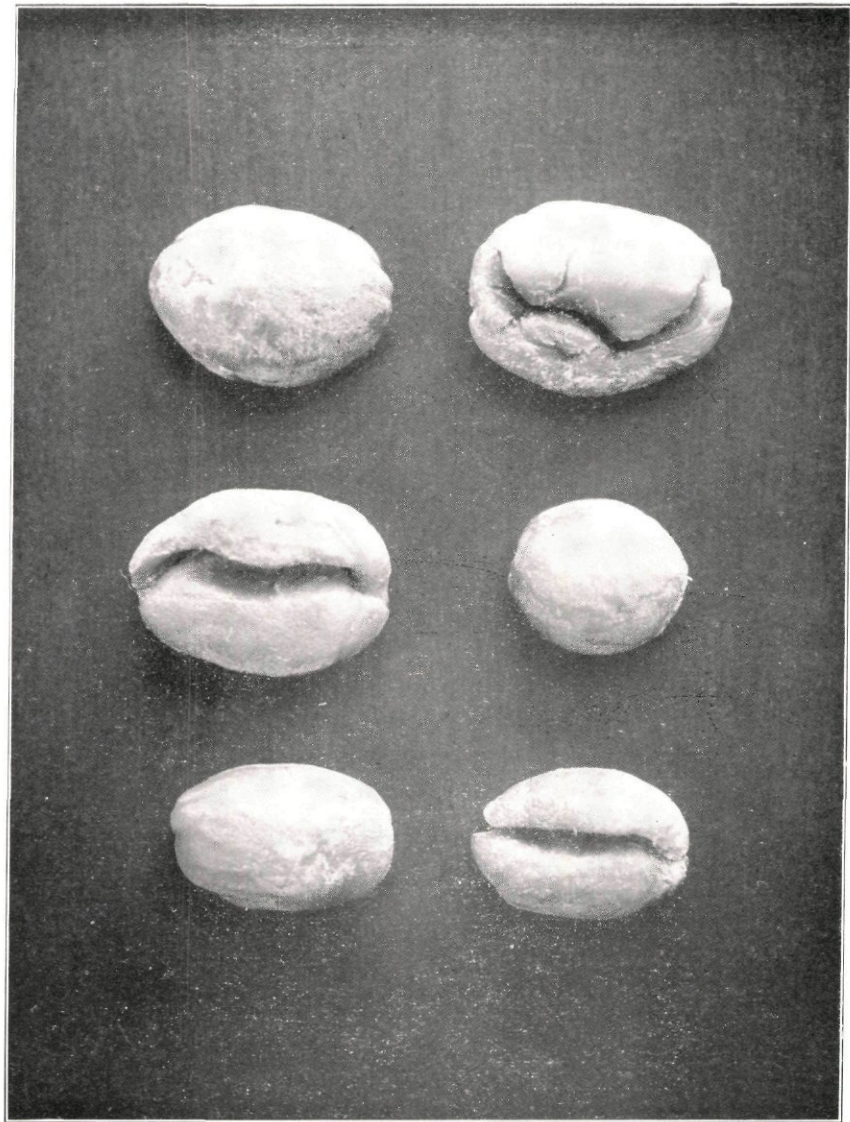
Zaadkernen, driemaal vergroot.

1, 4 en 5, rondboonen; 2 en 3, platboonen; 6, drieboon.

1

2

3



4

5

6

figuur geeft de bovenste rij de doorsnede van een drietal platboonen, de middelste van drie rondboonen, en de onderste reeks van drie „drieboonen”. Ongeveer over het midden van het endosperm loopt een streep weefsel, die in kleur wat verschilt van de terzijde daarvan liggende endospermgedeelten; deze is wat lichter. Hier en daar vertoont deze streep kleine spleten, die in fig. 8 met *S* aangeduid zijn; hieronder zal daarop nog worden teruggekomen.

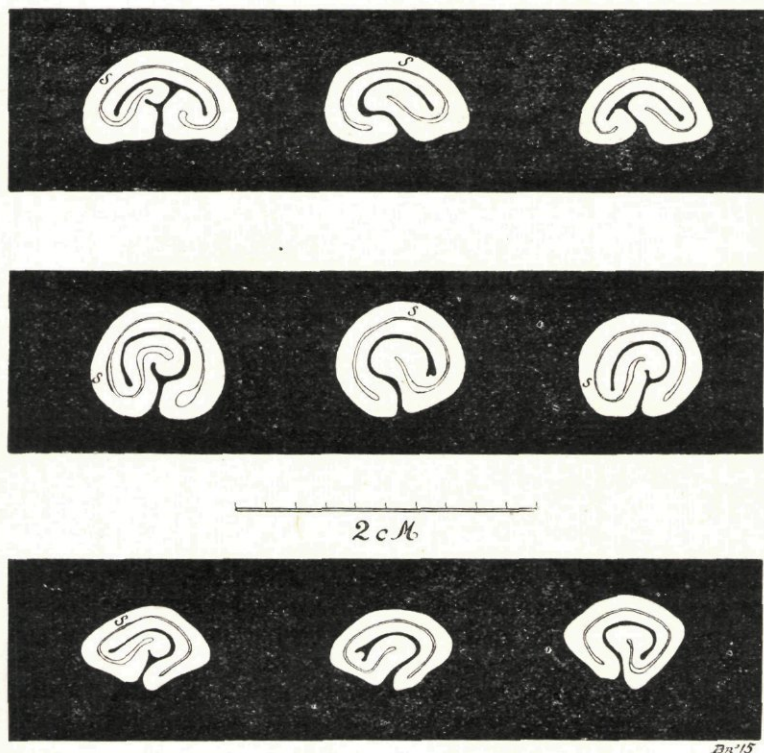


Fig. 8.

Bovenstaande mededeelingen geven reeds gelegenheid de Mautsaka-koffie te vergelijken met de voorheen genoemde zeer coffeïne-arme soort *C. mauritiana* en met de coffeïne-vrije soorten *C. Humblotiana*, *C. Gallienii*, *C. Bonnieri*, *C. Mogeneti* en *C. Augagneuri*. Hierboven werd reeds een overzicht gegeven van de hierop betrekking hebbende weinig uitgebreide literatuur.

Vestigen wij vooreerst onze aandacht op *C. mauritiana*, die op Réunion en Isle de France, Bourbon en Mauritius voorkomt, dan moet worden opgemerkt, dat de vrucht dezer soort volgens Baker ¹⁸⁾, Froehner, Lecomte en de Cordemoy om-

¹⁸⁾ J. G. Baker: Flora of Mauritius and the Seychelles, London, 1877, pag. 152: „Drupe oblong, narrowed to the base”.

gekeerd eivormig is, en dat ook de zaden dezen vorm bezitten. Ook Hartwig beschrijft dezen toegespitsten vorm en de gebogen gleuf, die het dikkere einde van het zaad niet geheel bereikt.

De zaden der Mautsaka-koffie zijn echter geenszins eivormig gepunt; de beide in mijn bezit gekomen verdroogde normale vruchtjes, die elk een dubbele platboon bevatten, waren echter inderdaad eenigermate naar de basis versmald, het eene duidelijk, het andere zeer weinig (fig. 23). De eigenschappen dezer beide verschrompelde vruchtjes zijn echter niet voldoende om de Mautsaka-koffie met *C. mauritiana* te identificeeren. Deze laatste soort blijft, als gewas, ook veel kleiner dan de Mautsaka-koffie; Lecomte geeft voor *C. mauritiana* eene hoogte van 2—3 M. op, terwijl de Mautsaka-koffie, volgens de mij verstrekte gegevens, 5 tot 5,5 M. bereikt.

Coffea Humblotiana Baillon moet volgens Froehner als eene variëteit van *C. arabica* worden beschouwd; de relatief kleine afwijking heeft voornamelijk op de bloemen betrekking en kan hier verder buiten beschouwing blijven. De oorspronkelijke beschrijving van Baillon stond niet tot mijne beschikking; Froehner ontleent daaraan (l.c. pag. 264), dat de zwart gekleurde vrucht, evenals die van *C. mauritiana*, omgekeerd eivormig is.

Deze gegevens zijn weder niet voldoende, om in *C. Humblotiana* de Mautsaka-koffie te kunnen herkennen, want de rijpe vruchten dezer laatste soort zijn volgens de mij door den heer E. Jude te Tamatave gegeven mededeelingen geelachtig van kleur, en niet zwart. Weliswaar zijn de weinige door mij aangetroffen vruchtjes en ook de op het endocarp van verschillende zaden voorkomende epidermis- en mesocarpresten zwartachtig-bruin gekleurd ¹⁹⁾, doch hieraan kan geen gewicht worden gehecht, omdat de boonen een intensief fermentatie-proces hebben doorgemaakt, waardoor de kleur noodzakelijkerwijze zeer groote wijziging moet hebben ondergaan en voor alles zeer donker geworden moet zijn.

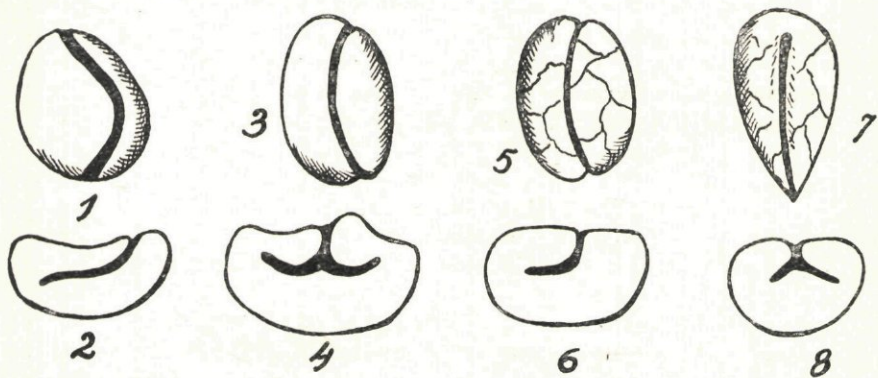
Tot *C. Humblotiana*, die op Grand Comore inheemsch is, kan de Mautsaka-koffie dus evenmin gebracht worden als tot *C. mauritiana*. Vergelijken wij haar thans met de overige hier in aanmerking komende soorten, die ook op Madagascar voorkomen. In fig. 9 heb ik de oorspronkelijke daarvoor door Dubard gegeven afbeeldingen nageteekend.

Volgens dezen onderzoeker zijn de zaden van *C. Gallienii* 10 m.M. lang en 8 m.M. breed; zij zijn dus wat smaller, iets wat overigens niet blijkt uit de afbeelding No. 1 van fig. 9. De sterk gebogen gleuf zou voor *C. Gallienii* kenmerkend zijn; ik vind deze buiging ook bij andere soorten, ook bij de Mautsaka-

¹⁹⁾ In de Code van Klincksieck en Valette vind ik hiervoor geen goed bijkomende kleur.

koffie (zie fig. 7, No. 6). De gegeven doorsneden zijn niet in het minst karakteristiek, iets wat door Dubard in zijn tweede mededeeling overigens ook toegegeven wordt.

1 en 2: *Coffea Gallienii*; 3 en 4: *Coffea Mogeneti*;
5, 6, 7 en 8: *Coffea Bonnierii*, volgens Marcel Dubard.



Br. naar Dubard.

Fig 9.

De zaden van *C. Bonnierii* zijn wel het meest eigenaardig; naast veel rondboonen, met flauw en regelmatig gebogen gleuf, vindt men bij deze soort zaden, waarvan de gleuf het meer breed-ronde gedeelte van den omtrek niet geheel bereikt (zie No. 7 van fig. 9). Deze laatste vormen herinneren aan *C. mauritiana*. In zijn tweede opstel deelt Dubard evenwel mede, dat de bedoelde tweevormigheid der zaden door hem ook is aangetroffen bij eene tweede zending zaden van *C. Gallienii*; hij vermoedt, terecht, dat deze eivormige zaden resp. dat eivormige vruchten bij verschillende soorten voorkomen en betwijfelt de systematische waarde van dat kenmerk. Voor de afmetingen der kernen van *C. Bonnierii* geeft hij 8 bij 6 m.M. op. De vruchten van *C. Gallienii* zijn donker-violet van kleur; die van *C. Bonnierii* nemen de kleur van *witte was* aan. De zaden van *C. Bonnierii* onderscheiden zich echter van die der Mautsakakoffie door het bezit van ondiepe gleuven (zie No. 5 en 7 van fig. 9) op het endosperm, die bij de Mautsakakoffie geheel ontbreken. Ook ten opzichte van het zilvervlies bestaan er verschillen tusschen beide soorten, terwijl het endocarp van *C. Bonnierii* en van *C. Gallienii* zeer dun moet zijn. Uit deze bijzonderheden verkrijg ik geenszins den indruk, dat een dezer beide soorten met de Mautsakakoffie identiek zou zijn.

Voor *C. Mogeneti* geeft Dubard aan, dat de hoornschil relatief dik is, en dat de rijpe bessen meer of minder donker-violet gekleurd zijn. De omtrek der zaden is zeer kort ellipsvormig; voor de lengte en de breedte geeft hij resp. 9,5 en 8 m.M. op. Deze gegevens, alsmede de bouw van het zilvervlies, die hier-

onder nog zal worden vermeld, rechtvaardigen ook ten aanzien van *C. Mogeneti* de conclusie, dat de Mautsaka-koffie niet tot haar gebracht kan worden.

De beschrijving van de in de tweede verhandeling van Dubard genoemde vierde soort, *C. Augagneuri*, berust op het onderzoek van slechts één onrijpe vrucht met één niet geheel vol-groeid zaad. Deze vrucht was peervormig en bevatte naast een rondboon ook een voosboon. Deze gegevens zijn niet toereikend voor eene vergelijking van eenige waarde, en ook niet voldoende, om er een nieuwe soort uit op te bouwen.

De mededeelingen van Dubard hebben mij niet in staat gesteld in de Mautsaka-koffie een der door hem beschreven soorten te herkennen; zij zijn echter niet zeer volledig en dit maakt het niet mogelijk, alleen op de eigenschappen van het beschikbare materiaal, de Mautsaka-koffie als eene nieuwe soort te beschouwen. Voorloopig wil ik haar echter eenvoudigheidshalve als *Coffea amara* van de tot dusver beschreven soorten onderscheiden, zonder dat door mij daarmee bedoeld wordt haar als een nieuwe soort voor te stellen.

Bij de bespreking van fig. 8 werd reeds op een streep weefsel gewezen, waarvan de kleur iets verschillend was van die van het omgevende overige endosperm, en waarin hier en daar spleten (*S*) aangetroffen werden. Hanausek²⁰⁾ heeft deze streep de *Embryonallinie* genoemd; juister ware het echter hier van eene embryonaalzone te spreken. In een grootere spleet, in deze zone, in de benedenste helft van het zaad gelegen, in de *cavité embryonnaire* van Marchand²¹⁾, ligt het embryo. Deze ligging is zeer verschillend, ofschoon de radicula steeds benedenwaarts blijft wijzen. Men kan dit verschijnsel vooral goed bij de kernen van *C. arabica* opmerken, die men gedurende een dag ongeveer heeft laten weeken. Naar mijne ervaring ligt het embryo geheel los in de betreffende spleet, d. w. z. zonder eenige doorgaande celverbinding met het omliggende weefsel. Hanausek heeft aangaande de bedoelde richtingsafwijkingen verdere mededeelingen gedaan²²⁾.

Het verloop van de ontkieming is door Marchand beschreven; de radicula doorbreekt de losgesloten verbinding, welke de *cavité embryonnaire* naar buiten afsluit, terwijl de zaadlobben zich in den *Embryonalspalt* (Froehner) verder uitbreiden en de door hydrolyse beschikbaar wordende reservestoffen absorbeeren²³⁾. Microscopische bijzonderheden voorloopig ter zijde

²⁰⁾ Hanausek: Die Entwicklung der Frucht und des Samens von *C. arabica*. Zeitschr. für Nahrungsmittelunters. und Hygiene, 1885, 1890 en 1893.

²¹⁾ Marchand: Recherches organographiques et organogéniques sur le *Coffea arabica* L. Paris, Baillière, p. 241.

²²⁾ Hanausek, in Archiv der Pharmacie, Band 232, pag. 539; evenals de literatuur onder ²⁰⁾ en ²¹⁾ door Froehner vermeld.

²³⁾ De mij ter beschikking staande Mautsaka-zaden hadden hun kiemkracht reeds verloren; ik heb daarom de kiemingsgeschiedenis voor deze soort niet kunnen nagaan.

latend moet ik thans enkele gegevens met betrekking tot het embryo mededeelen.

Hartwig ²⁴⁾ heeft aangegeven, dat zoowel de grootte (de totale lengte) van het embryo, als ook de verhouding tusschen de lengte der cotyledonen en die der radicula, constant zijn, en voor de determinatie der soorten gebruikt kunnen worden. Zoo vond hij bijv. voor de verhouding der lengte van de radicula tot die der cotyledonen bij *C. robusta* 1,76 : 1, en voor de totale lengte bij deze soort 6,0 m.M. Den vorm der zaadlobben teekent Hartwig zoowel voor *C. arabica* als voor *C. liberica* hartvormig, met vedervormig vertakte middennerf (Handbuch, pag. 297); ook voor *C. stenophylla* (Zeitschrift, pag. 731) teekent hij de cotyledonen hartvormig, echter zonder vedervormige vertakking van de middennerf, terwijl de zaadlobben van *C. arabica Maragogipe* en van de door hem beschreven Boliviaansche koffie meer afgerond worden weergegeven. De radicula is steeds min of meer knotsvormig naar beneden verdikt.

Aan de mededeelingen van Hartwig kunnen de onderstaande gegevens met betrekking tot de grootte-verhoudingen worden ontleend; in de derde kolom heb ik daaruit het cotyledonenprocent, de verhouding van de lengte der cotyledonen tot de geheele lengte van het embryo, berekend:

	I.	II.	III.
	Totale lengte van het embryo (Hartwig) in m.M.	Verhouding van de lengte der cotyledonen tot de lengte der radicula (Hartwig).	Cotyledonenprocent (berekend uit II).
<i>C. arabica</i>	4,0—4,75	1 : 2,30	30,3 pct.
„ <i>liberica</i>	6,5—7,00	1 : 2,50	28,6 „
„ <i>robusta</i>	6,0	1 : 1,76	36,2 „
„ <i>Abecutae</i>	5,5	1 : 2,33	30,0 „
„ <i>stenophylla</i>	7,0	1 : 2,14	31,8 „
„ <i>excelsa</i>	5,0	1 : 1,50—2,0—2,4	40,0 „ —33,3 pct.—29,4 pct.
„ <i>Ugandae</i>	4,0	1 : 1,50	40,0 „
„ <i>Ibo</i>	4,5	1 : 2,00	33,3 „
„ <i>Laurentii</i>	4,0—5,50	1 : 1,20—1,7	45,5 „ —37,0 „
„ <i>canephora</i>	4,5—6,50	1 : 1,50	40,0 „
„ <i>canephora</i> var. <i>Kouilouensis</i>	5,5—6,00	1 : 1,60	38,5 „
„ <i>mauritiana</i>	8,0	1 : 1,60	38,5 „
„ <i>bengalensis</i>	3,5	1 : 1,50—1,7	40,0 „ —37,0 „

Ook volgens Hartwig is het cotyledonenprocent dus niet bij alle soorten constant; bij *C. excelsa* (29,4—40,0 pct.), *C. Laurentii* (37,0—45,5 pct.) en *C. bengalensis* (37,0—40,0 pct.) is

²⁴⁾ Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung, II, pag. 298 (1914), en Beiträge zur Kenntnis des Kaffees, in Zeitschr. für Untersuch. d. Nahrungs- und Genussmittel, XVIII 1909, II, pag. 731.

het zeer uiteenlopend. Ook de totale lengte loopt bij vijf der onderzochte soorten niet onbelangrijk uiteen. Hieraan kan ik toevoegen, dat ik onder ongeveer vierhonderd embryonen er één vond, waarbij de cotyledonen niet gelijk lang waren.

Het door Hartwig onderzochte aantal zaden is echter in verschillende gevallen slechts klein geweest.

Ten einde de betreffende verhoudingen voor de Mautsaka-koffie te kunnen nagaan, werden vooreerst 100 embryonen van platboenen en 100 embryonen van rondboenen uitgeprepareerd. De zaadkernen werden daartoe gedurende ongeveer 16 uur in water van ongeveer 30° C. geweekt; de vrijgemaakte embryonen werden in alcohol van 50 pct. bewaard en daarna gemeten.

De kleur van het onderste gedeelte der radícula was in den regel licht-koperrood, ongeveer als No. 96 der code van Klink-sieck en Valette ²⁵⁾.

Niet alle zaden bevatten embryonen. Onder de door mij onderzochte amara-zaden, een driehonderdtal ongeveer, waren er 1—2 pct. kiemvrij; in een door mij onderzocht monster *C. arabica* was ongeveer 1 pct. der zaden kiemloos. Reeds heeft Hartwig medegedeeld, dat ook in gewone koffiezaden de kiem niet zelden ontbreekt, in verband met de omstandigheid, dat onder de tweelings- en drielingsboenen, door hem bij de Boliviaansche koffie van San Jago de Chiquitos geconstateerd, velen kiemloos zijn ²⁶⁾. Zijn waarneming kon dus door mij bevestigd worden, zoowel voor *C. arabica* als voor de Mautsaka-koffie.

Bij de meting der kiemen moet in aanmerking genomen worden, dat zoowel de cotyledonen als de radícula gewoonlijk in twee richtingen gebogen zijn; voor de afmetingen zijn door mij daarom de lengten der resp. raaklijnen genomen overeenkomstig de in fig. 10 gegeven schets, waarin $l-l'$ de totale lengte aangeeft, w resp. w' de lengte der radícula, en b de lengte der zaadlobben.

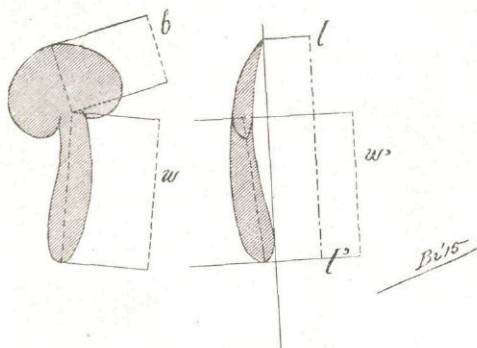


Fig. 10.

²⁵⁾ L. c. pag. 40.

²⁶⁾ Beiträge zur Kenntnis des Kaffees. Zeitschr. für Untersuch. der Nahrungs- und Genussmittel, XVIII, 1909, pag. 721.

Voor de totale lengte der kiemen verkreeg ik de volgende uitkomsten voor 200 individuen, die allen op 0,1 m.M. nauwkeurig werden gemeten ²⁷⁾).

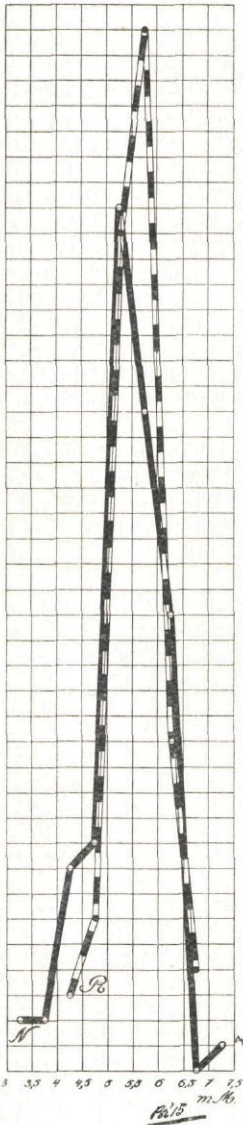


Fig. 11.

	Platboonen.	Rondboonen.
3,0—3,4 m.M.	2	0
3,5—3,9 „	2	0
4,0—4,4 „	8	3
4,5—4,9 „	9	6
5,0—5,4 „	34	33
5,5—5,9 „	26	41
6,0—6,4 „	18	13
6,5—6,9 „	0	4
7,0—7,4 „	1	0
q_1	5,02 m.M.	5,17 m.M.
Med.	5,35 „	5,50 „
q_3	5,75 „	5,80 „
Q	0,365 „	0,315 „
Q_1	0,33 „	0,33 „
Q_3	0,40 „	0,30 „
Minimum	3,0 „	4,4 „
Maximum	7,1 „	6,8 „

De totale lengte vertoont dus eene regelmatige fluctueerende variabiliteit, die geenszins toelaat van eene constante waarde te spreken, al is de in fig. 11 weergegeven kurve ook zeer steil; in deze figuur is elk kwadraat gelijk aan 1 individu. *N* is de lijn voor de platboonen, *R* die voor de rondboonen.

De totale lengte blijft zelfs in maxima beneden de totale lengte, door Hartwig voor het embryo van *C. mauritiana* aangegeven.

Voor het cotyledonenprocent, d. w. z. voor de procentische verhouding van de lengte *b* (fig. 10) tot de lengte *l—l'*, verkreeg ik als uitkomsten:

²⁷⁾ Zowel van 100 platboonembryonen als voor 100 rondboonembryonen werden de afmetingen bepaald, in het geheel derhalve voor 200 embryonen.

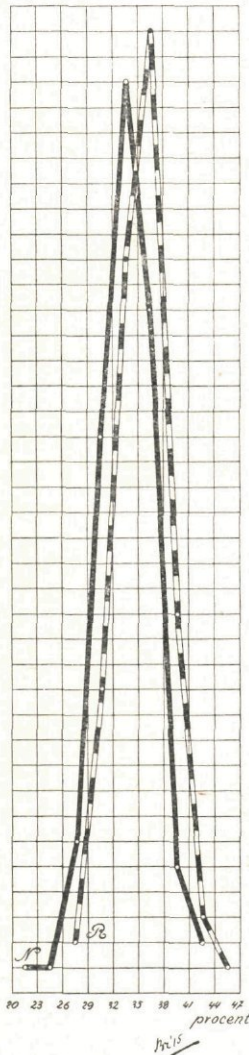


Fig. 12.

Cotyledonenprocent.	Platboonen.	Rondboonen
20-22 pct.	1	0
23-25 „	1	0
26-28 „	6	2
29-31 „	22	12
32-34 „	36	29
35-37 „	27	38
38-40 „	5	15
41-43 „	2	3
44-46 „	0	1
q_1	31,15 pct.	33,11 pct.
Med.	33,90 „	35,40 „
q_3	35,70 „	37,37 „
Q	2,28 „	2,13 „
Q_1	2,75 „	2,29 „
Q_3	1,80 „	1,97 „
Minimum	22,2 „	27,3 „
Maximum	42,1 „	45,3 „

Fig. 12. geeft de kurven voor de variabiliteit van het cotyledonenprocent; zij zijn evenals die voor de totale lengte, zeer steil, doch wettigen niet van eene constante verhouding te spreken, al bewegen zich 50 procent van de gevallen ook van 31,15 tot 37,37 pct. 1 kwadraat is in deze figuur weer gelijk aan 1 geval; *N* is de lijn voor de platboonen, *R* die voor de rondboonen.

De veronderstelling was gewettigd, dat deze variabiliteit voor de Mautsaka-koffie gold, doch niet voor andere koffiesoorten, waarvoor Hartwig aangeeft, dat de respectievelijke waarden constant zijn. Ten einde dit althans aan één voorbeeld te kunnen

toetsen heb ik een monster *C. arabica* onderzocht; ik vermeld hiervan de uitkomsten in vergelijking met die, welke voor de platboonen der Mautsaka-koffie verkregen werden; gemeten werden 100 embryonen.

Totale lengte van de kiem in m.M.	Platboonen van:	
	C. amara.	C. arabica.
3,0 — 3,4	2	1
3,5 — 3,9	2	2
4,0 — 4,4	8	11
4,5 — 4,9	9	44
5,0 — 5,4	34	40
5,5 — 5,9	26	2
6,0 — 6,4	18	0
6,5 — 6,9	0	0
7,0 — 7,4	1	0
q ₁	5,02 m.M.	4,59 m.M.
Med.	5,35 "	4,81 "
q ₃	5,75 "	4,99 "
Q	0,365 "	0,20 "
Q ₁	0,33 "	0,22 "
Q ₃	0,40 "	0,18 "
Minimum	3,0 "	3,4 "
Maximum	7,1 "	5,8 "

Uit deze cijfers blijkt, dat de variatiekromme ontegenzeggelijk steiler is bij *C. arabica*, dan bij *C. amara* en het is duidelijk, dat het onderzoek van een klein aantal embryonen den indruk eener groote constantheid der lengte kan maken. Deze lengte is echter over het geheel kleiner bij *C. arabica* dan bij de Mautsaka-koffie, ofschoon de minima eigenlijk gelijk zijn.

Vergelijken wij thans de procentische verhouding van de lengte van de cotyledonen tot de totale lengte van het embryo voor de beide koffiesoorten, getoetst aan 100 gevallen voor elke soort:

Cotyledonenprocent.	Platboonen van:	
	C. amara.	C. arabica.
20 — 22	1	0
23 — 25	1	0
26 — 28	6	5
29 — 31	22	0
32 — 34	36	30
35 — 37	27	47
38 — 40	5	16
41 — 43	2	2
q ₁	31,15 pct.	33,78 pct.
Med.	33,90 "	35,83 "
q ₃	35,70 "	37,25 "
Q	2,28 "	1,735 "
Q ₁	2,75 "	2,05 "
Q ₃	1,80 "	1,42 "
Minimum	22,2 "	26,5 "
Maximum	42,1 "	43,5 "

De verhouding van de lengte der cotyledonen tot die van het geheele embryo is dus voor het onderzochte monster *C. arabica* even constant resp. even weinig constant als die voor de Mautsaka-koffie; de verschillen in dit opzicht tusschen beide soorten zijn althans zeer gering. Het is niet onwaarschijnlijk, dat een nauwkeurig statistisch onderzoek der overige koffiesoorten tot overeenkomstige uitkomsten zal leiden.

In fig. 13 geef ik een samenvattend overzicht van de voor de Mautsaka-koffie verkregen statistische gegevens. In deze figuur zijn het minimum, de mediaan en het maximum voor de platboon resp. aangeduid met a , b en c , voor de rondboon resp. met a' , b' en c' ; bij de procentische verhouding tusschen de cotyledonenlengte en de lengte van de radicula geeft het gearceerde gedeelte aan hoeveel procent van de totale lengte van het embryo de lengte der cotyledonen bedraagt.

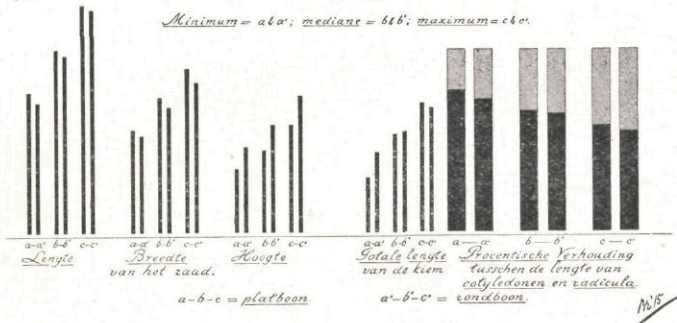


Fig. 13.

De algemeene vorm van het embryo is geenszins constant; in fig. 14 geef ik de afbeelding van verschillende typen daarvan bij vijfvoudige vergrooting. Uit deze figuren blijkt, dat de relatieve dikte der overigens steeds knotsvormige radicula uiteenloopt, doch vooral dat de vorm der zaadlobben zeer belangrijk kan verschillen. Deze is nu eens meer of minder niervormig of boonvormig, dan weer meer of minder scherp toegespitst-hartvormig, in eenige gevallen zelfs enigszins vijfhoekig. Hoezeer de grootte en het cotyledonenprocent varieren kan blijkt ook uit deze figuren.

Ook in dit geval heb ik gedacht aan de mogelijkheid, dat de variabiliteit van den vorm der zaadlobben misschien in het bijzonder bij *C. amara* zou kunnen voorkomen, doch dat dit bij de andere soorten niet het geval was. Het door mij onderzochte monster *C. arabica* (Java-koffie) heeft mij van het tegendeel overtuigd; ook hierbij vind ik, zij het ook in iets mindere mate dan bij de Mautsaka-koffie het geval is, de vorm der zaadlobben uiteenlopend; een drietal voorbeelden hiervan zijn in Fig. 15, bij 4,5-voudige vergrooting, afgebeeld.

De afwisselende vorm der cotyledonen lijkt mij merkwaardig, ook in verband met de groote variabiliteit van de bladvormen der *Coffea*-soorten. Cramer heeft hierop veel nadruk gelegd;

COFFEA AMARA.

Typen van kiemen, vijfmaal vergroot.

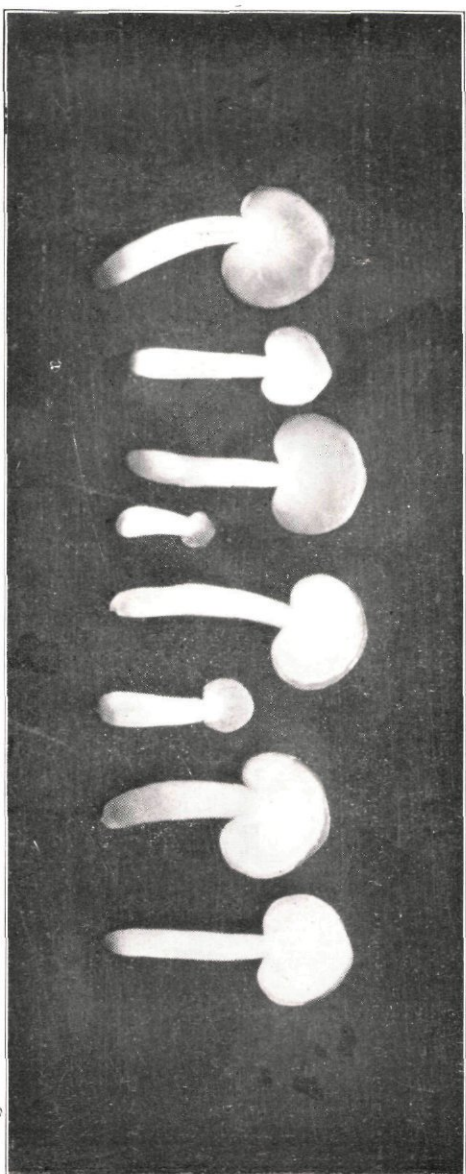


Fig. 14.

in hoever er eenig verband zou kunnen bestaan tusschen deze variabiliteit van de bladvormen en die van den vorm der zaadlobben is zonder een speciaal onderzoek, waarvoor ik geen gelegenheid heb, ook niet bij benadering uit te maken.

Aangaande de nervatuur der zaadlobben loopen de in de literatuur voorkomende gegevens zeer uiteen. Hanausek heeft hierop reeds gewezen. Froehner was van gevoelen, dat vedervormige vertakking van de middennerf eerst zichtbaar wordt, nadat de ontkieming heeft plaats gevonden en er reeds bladgroen is gevormd. Bij de Mautsaka-koffie is deze nervatuur weinig duidelijk; indien men echter de cotyledonen gedurende eenige dagen in chloralhydraat (5 Gr. + 2 Gr. water) legt, dan blijkt duidelijk bij niet al te zwakke vergrooting, dat de drie hoofdnerven²⁸⁾, die vingervormig verlopen, wel degelijk vertakt zijn, en dat bijv. de middennerf duidelijk vedervormige vertakking vertoont. Bij het door mij onderzochte monster Java-koffie (*C. arabica*) waren de nerven zeer veel sterker ontwikkeld en aan de onderzijde (buitenzijde) der zaadlobben gemakkelijk als vrij sterk verheven koordjes waar te nemen. Hoe sterk de vertakking der nerven bij deze soort was blijkt uit fig. 16, waar ik de fotografische opname dezer cotyledonen bij 15-voudige vergrooting geef. Een verdere toelichting is daarbij overbodig. Voor zoover koffie-embryonen door mij zijn nagezien, waren de nerven steeds sterk vertakt; het behoeft wel niet gezegd te worden, dat hier uitsluitend het oog gevestigd is op embryonen, die uit nog niet ontkiemde, intacte zaden zijn {geprepareerd²⁹⁾.

Microscopische bouw.

Van het *mesocarp* en van den *epidermis* der vrucht werden kleine resten op het endocarp van enkele exemplaren gevonden; na opkoking in water waren zij gezwollen en werden er doorsneden van gemaakt.

De epidermis bestaat uit kleine polygonale cellen (ongeveer 15—20 μ), waartusschen huidmondjes aanwezig zijn. De cuticula en de cuticulaire laag zijn sterk ontwikkeld en zijn te zamen

²⁸⁾ Soms vond ik 5 hoofdnerven.

²⁹⁾ Het uitprepareren geschiedde overeenkomstig hetgeen dienaangaande reeds is opgemerkt, door de zaadkernen eerst gedurende 16 uur in water van ongeveer 30° C. te weeken, en daarna de embryonen vrij te maken. Bij deze weeking echter worden enkele kiemen gedeeltelijk uitgedreven, soms zelfs geheel, vermoedelijk tengevolge van spanningen, die optreden als gevolg van de omstandigheid, dat het embryo veel sneller water opneemt, dan het omgevende endosperm. In de hoornschil kunnen wij een middel zien, dat de wateropneming reguleert en een eenzijdig te snelle opneming van water dooreen der onderdeelen van het zaad voorkomt. Indien men de naakte kernen kookt, dan worden, waarschijnlijk op dezelfde gronden, eveneens vele embryonen gedeeltelijk uitgedreven; dit verschijnsel is overigens, blijkens M. E. Jardin, reeds sedert 1779 bekend (Le caféier et le café, Paris, 1895, aangehaald door Froehner).

tot 4 of 5 μ dik; zij kleuren zich met Sudan III intensief. Enkele cellen bleken nog looistof te bevatten; onder den epidermis bevinden zich vertakkende striemen, die uit sterk gebruinde en vaak looistof bevattende, veelal tangentieel gecomprimeerde cellen bestaan, en tot vijf of zes cellagen dik zijn. Daartusschen en daaronder vind ik min of meer tafelvormig parenchym, als bij de andere Coffea-soorten. De tangentieele afmeting was ongeveer tot 250 μ ; de grootte dezer parenchymcellen neemt naar het midden eenigszins toe. De wanden zijn weinig verdikt. De vaatbundels liggen in dit parenchym in twee kringen; die van den buitensten kring, dicht onder den epidermis liggende, zijn veel minder sterk ontwikkeld dan die van den binnensten kring. Een bepaalde sclerenchym-scheede ontbreekt om deze vaatbundels; wel echter vind ik overigens enkele sclerenchymvezels. Het om de vaatbundels gelegen parenchym, vooral dat om de vaatbundels van den binnensten kring, is meer kleincellig en ook meer dikwandig. Ook het tusschen de vaatbundels van den binnensten kring gelegen weefsel bestaat uit meer kleincellige en eenigszins gecomprimeerde parenchymatische elementen.

Onder het beschreven mesocarp-gedeelte ligt bij de overige koffiesoorten een laag radiaal gestrekte cellen met sterk opzwelende en verslijmende wanden. Hiervan was bij de onderzochte resten nagenoeg niets meer te vinden; zij was bij de fermentatie in rotting overgegaan en verdwenen; talrijke mycelium-resten herinneren aan dit proces.

Overigens gaven de bedoelde resten geen aanleiding tot opmerkingen.

Het *endocarp* der Mautsaka-koffie is, evenals dat der andere koffiesoorten opgebouwd uit sclerenchymatische elementen, die zeer onregelmatig van vorm en van grootte zijn. Het is zeer hard en zonder eenige voorbereiding zijn er geen goede coupes van te maken. Ik heb het gekookt, daarna gedurende drie dagen bij kamertemperatuur met 25-procentig fluorwaterstofzuur behandeld, vervolgens uitgewassen, daarna gedurende twee uren met natronloog van 2.5 pct. gekookt, en ten slotte na opkoking met water zorgvuldig uitgewassen. Het was toen zeer goed snijdbaar en niet veel dikker dan het droge, onbehandelde endocarp; aan enkele doorsneden mat ik voor de totale dikte 200—290 μ .

Fig. 17 geeft een dwarsche doorsnede bij 135-voudige vergrooting.

Het endocarp blijkt ook bij deze soort naar buiten onregelmatig begrensd te zijn; de grootte der opbouwende steencellen loopt zeer uiteen. De buitenste laag, waarvan de elementen onregelmatig naar buiten uitspringen bestaat in hoofdzaak uit vrij groote steencellen, waarvan de afmetingen bijv. $45 \times 75 \mu$ zijn; in radiale richting zijn zij eenigermate gestrekt. Onder deze enkele laag — hier en daar is zij verdubbeld — liggen steencellen, waarvan de doorsnede wat kleiner is; zij zijn aanvankelijk ook wat radiaal gestrekt, doch naar het midden van het endocarp meer

COFFEA ARABICA.

Embryonen; 4,5 maal vergroot.

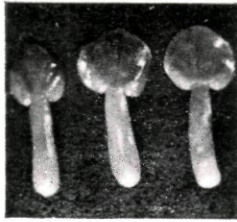


Fig. 15.

COFFEA ARABICA

Cotyledonen; vertakking van den aanleg van
het fibrovasaalsysteem. Vergrooting 15 maal.

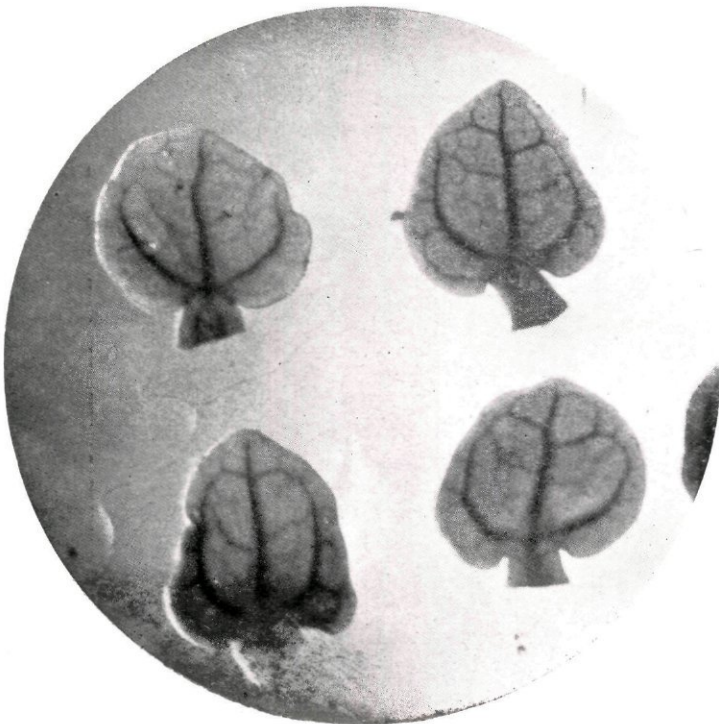


Fig. 16.

COFFEA AMARA.

Dwarsche doorsnede van het endocarp.

135 maal vergroot.



Fig. 17.

rond van doorsnede. Soms zijn zij relatief klein, bijv. $7 \times 7,5 \mu$. Verder vind ik plaatselijk enkele tot vele in groepen vereenigde elementen, die in dwarsche richting of ook nog onregelmatiger verlopen.

De beschreven doorsnede heeft betrekking op gedeelten van het endocarp, die gelegen zijn op het midden van de convexe rugzijde van het zaad; onder dwarsche richting wordt hier verstaan de richting, die de lengte-as van het daar gelegen endocarp gedeelte loodrecht snijdt. Normalerweise verlopen dus de sclerenchymcellen in de lengterichting van het zaad.

Ook in deze lengterichting vertoonen deze elementen zeer onregelmatige vormen, die duidelijk zichtbaar worden in het met zuur en loog opgekookte poeder. Naast kleine ronde tot ovale elementen, van bijv. $20 \times 22 \mu$ tot $33 \times 37 \mu$, ook grotere steencellen van overeenkomstigen vorm, bijv. van $50 \times 60 \mu$ of $70 \times 80 \mu$. $35 \times 40 \mu$ ongeveer is eene veel voorkomende grootte voor deze meer ovale elementen. Daarnaast ziet men kortere staafvormen, van bijv. $25 \times 100 \mu$ en zeer vele grotere langgestrekte elementen, van bijv. $30 \times 300 \mu$. Gemiddeld loopt de lengte der steencellen uiteen van 20 tot 550μ . Bij de meer typig vezelvormige elementen is eene totale breedte van $20-25 \mu$ veelvuldig voorkomende. Men vindt ook kwadratische of eenigermate driehoekige vormen, en ook meer gestrekte cellen, waarvan een of beide uiteinden sterk driehoekig verbreed is, resp. zijn. In het algemeen vertoonen de beschreven sclerenchymatische elementen echter niet de talrijke onregelmatige uitloopers van de langgestrekte zijwanden, zooals die door velen, o.a. door Tschirch-Oesterle³⁰⁾ zijn afgebeeld.

De wand, die zeer sterk verdikt is, vertoont duidelijk laagsgewijze structuur; het lumen is vaak niet meer dan 3 of 4μ wijd en alleen aan de onregelmatig verbreedte celuiteinden wat ruimer. Eene wijte van het lumen van slechts $1,5-2 \mu$ is geenszins zeldzaam; $6-7 \mu$ is een vrij wijd lumen. De wanddikte is $10-15 \mu$ of meer; zonder uitzondering is de wand sterk verhout. De zeer talrijke stippelkanalen, die rond tot ovaal en kort spleetvormig van doorsnede zijn, verwijden zich zeer weinig naar het lumen der cel, doch zijn overigens zeer gelijkmatig van doorsnede. Deze doorsnede bedraagt in het grootste aantal gevallen niet meer dan $1-1,5 \mu$.

Het endocarp komt in hoofdzaak geheel overeen met dat der andere koffiesoorten; de *testa* der Mautsaka-koffie is echter voor deze soort meer kenmerkend.

De *zaadhuid* van *Coffea* is getypeerd door sclerenchymcellen, die vooral door Hartwig nader beschreven zijn³¹⁾.

³⁰⁾ Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde, Leipzig 1900, Tafel 18, Fig. 19.

³¹⁾ Beythien, Hartwig und Klimmer: Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung, II, 1914, pag. 304 e. v.

Het „zilervlies” omkleedt het geheele endosperm en volgt alle plooiën daarvan. De vorm en de richting der langste as der sclerenchymcellen zijn echter niet voor alle gedeelten van de zaadhuid gelijk en het is daarom noodig, dat men zich tot steeds gelijk gelegen testagedeelten beperkt, indien men de structuur daarvan voor verschillende soorten wil vergelijken. Het meest aanbevelenswaardig is daarvoor het middengedeelte der convexe rugzijde. In het algemeen zijn de sclerenchymcellen daar gestrekt in de lengterichting van het zaad; ook bij de Mautsaka-koffie is dat het geval. Wat deze soort aangaat is de orientatie evenwel veel minder regelmatig in het zilervlies, dat de binnenplooiën van het endosperm bekleedt; aan de uiterste randen van het endosperm zag ik haar vaak in eene op de normale loodrecht staande richting, in eene dwars, verloopende richting dus, overgaan. Ook in de omgeving der vaatbundels is de rangschikking minder regelmatig, doch aan de rugzijde van het zaad blijft toch altijd een streven naar een overlangsche richting bemerkbaar. Daar zijn de bedoelde elementen ook het meest slank en regelmatig van bouw.

Hartwig heeft op eene voor verschillende soorten min of meer constante rangschikking der scleridiën gewezen. Voor *Coffea arabica* bijv. geeft hij aan, dat de sclerenchymcellen die op het midden van den rug voorkomen, tot onderling vrij nauw aansluitende banden zijn gegroepeerd, die dwars over het zaad verlopen terwijl dezelfde elementen bij *Coffea liberica* tot veel kleinere en minder regelmatig verspreide groepen zijn vereenigd.

Volgens Hanausek ³²⁾ verhout de opperhuid van de testa van *C. arabica* in de 6e maand; de meeste celwanden verdikken zich dan aanmerkelijk, terwijl tusschen de cellen met verdikten wand cellen overblijven, waarvan de wand onverdikt blijft. Froehner, die deze zienswijze citeert ³³⁾, veronderstelt echter, dat na de beëindiging van de celdeeling in de testa, de zaadhuid uitgerekt wordt door het zich daaronder ontwikkelende en uitzettende endosperm, zoodat de oorspronkelijk aaneengesloten sclerenchymlaag uiteengetrokken wordt en tusschen de steencellen parenchym komt te liggen. Op de plaatsen, welke bij deze uitzetting niet te lijden zouden hebben, bijv. aan de krommingen van de gleuf, zouden de sclerenchymcellen daarom nauw aaneengesloten blijven.

De meening van Froehner kan door mij geenszins worden gedeeld; de door hem gegeven verklaring acht ik even weinig noodzakelijk als waarschijnlijk. Reeds de bandgewijze groepeerings der betreffende elementen, zooals Hartwig die bijv. voor *Coffea arabica* aangeeft, pleit hiertegen, evenals de omstandigheid, dat ten aanzien van deze rangschikking verschillen bestaan

³²⁾ Hanausek: Die Entwicklung der Frucht und des Samens von *C. arabica*, in Zeitschr. für Nahrungsmittelunters. und Hygiene, 1885, 1890 en 1893.

³³⁾ L. c. pag. 244.

COFFEA AMARA.

Aaneengesloten sclerenchym van het zilvervlies.

Ongeveer 100 maal vergroot.



Fig. 18.

COFFEA AMARA.

Verspreid sclerenchym van het zilvervlies.

Ongeveer 100 maal vergroot.



Fig. 19.

bij de uiteenlopende soorten niet alleen, doch ook bij de individuen eener zelfde soort.

Voor *C. amara* kan eene typige groepeerings niet worden aangegeven. Het oog uitsluitend vestigende op testadeeltjes, die van het midden van den zaadruig genomen zijn blijkt spoedig, dat wij bij deze soort de sclerenchymcellen zoowel in nauw aaneengesloten velden aantreffen, waartusschen slechts kleine openingen vrij blijven die het onderliggende en tusschenliggende parenchym doen zien, als in kleine en zeer verspreide en zeer los samenhangende groepen, waartusschen zich groote parenchymvelden vertoonen. Het eerste en meest voorkomende geval herinnert aan *C. robusta* of aan *C. Ugandae*, en is in Fig. 18 weergegeven; in het tweede, in Fig. 19 afgebeelde geval, zijn de steencellen in den regel minder slank en vaak onregelmatig van vorm.

Kenmerkend voor de Mautsaka-koffie zijn de stippels. Deze zijn nu en dan kort ovaal tot kort spleetvormig, zooals wij deze ook bij de andere koffiesoorten aantreffen, doch in den regel zijn zij van zeer groote afmetingen, zoodat hiertusschen slechts netvormige verdikkingen van den celwand overblijven; vooral is dit in Fig. 19 te zien. Deze netvormige verdikkingen liggen alleen op de onderzijde der cellen.

Froehner heeft het eerst de aandacht gevestigd op de beteekenis der stippels van deze steencellen als middel tot onderscheiding der soorten; hij geeft een daarop berustende tabel voor de onderscheiding van *C. congensis* Froehner, *C. brevipes* Hiern, *C. liberica* Bull, *C. Staudtii* Froehner, *C. Zanguebariae* Lour., *C. Canephora* Pierre, *C. arabica* L., en *C. Ibo* Froehner³⁴⁾. Volgens mijn ervaring is de onderscheiding naar de stippels geen zekere weg tot de determinatie van de soort, omdat zij bij dezelfde soort niet onbelangrijk kunnen verschillen. De opgaven in de literatuur loopen ook nogal eens uiteen. Zoo geeft Hartwig voor *C. mauritiana* op, dat de steencellen tot 237 μ lang zijn; Froehner vermeldt voor deze soort wel de zeer groote, vaak scheefgetrokken stippels, doch merkt daarbij tevens op, dat de sclerenchymcellen lang en dun zijn. Terloops wil ik hierbij nog aanteekenen, dat de zaadhuid van *C. Bonnierii* volgens Dubard zeer dun is en geen langgestrekte vezels bevat, terwijl de testa van *C. Mogeneti* met die van *C. arabica* ongeveer zou overeenkomen.

De hier bedoelde elementen zijn bij de Mautsaka-koffie relatief kort. Weinigen zijn langer dan 300 μ , de meesten zijn 220—280 μ lang, behoudens de onregelmatige vormen, die tot 70 μ , en daar beneden, teruggaan. Slechts enkele malen vond ik voor de grootste lengte 380—390 μ . De breedte der meer normale elementen bedraagt gemiddeld 32—34 μ , de hoogte omstreeks 20 μ . Deze afmetingen staan het dichtst bij die, welke Hartwig voor *C. Ugandae* en

³⁴⁾ L. c. pag 245—247.

voor *C. mauritiana* opgegeven heeft (resp. 300 μ en 237 μ voor de grootste lengte); ook zijn de steencellen van *C. Ugandae* naar verhouding breed, terwijl de weinige en zeer groote stippels, door Hartwig voor *C. mauritiana* vermeld, aan die van *C. amara* herinneren.

De afmetingen, door Hartwig voor andere koffiesoorten opgegeven, zijn in het algemeen veel grooter dan bij de Mautsaka-koffie aangetroffen worden. Afgezien van de hierboven reeds genoemde soorten geeft deze onderzoeker voor de tamelijk dunwandige scleridiën van *C. Canephora* 480 μ als grootste lengte op, voor die van *C. excelsa* 1300 μ , voor *C. Ibo* 1040 μ , voor de dunwandige steencellen van *C. Laurentii* zelfs 1400 μ . Deze maximale lengte blijkt echter voor de verschillende variëteiten resp. origines eener zelfde soort zeer uiteen te kunnen lopen; zoo geeft Hartwig bijv. niet onbelangrijk verschillende maxima voor *C. arabica* en voor *C. liberica* van verschillende oorsprong. Ook door mij werden dergelijke verschillen aangetroffen; zoo vond ik bijv. de maximale lengte bij een monster *C. liberica* 500 μ , bij een ander van dezelfde soort 720 μ .

Men neemt in de literatuur algemeen aan, dat de wand der testasteencellen gelijkmatig verdikt is, behoudens bij enkele soorten, *C. Laurentii*, *C. Ugandae* en *C. Abeocutae*, waarvan Hartwig aangeeft, dat de scleridiën naar verhouding dunwandig zijn. Met betrekking tot deze wandverdikking verschilt de Mautsaka-koffie zeer typig van de overige Coffea-soorten. Zij betreft bij deze soort uitsluitend de *ouderzijde* der cellen, die zeer krachtig netvormig tot breed netvormig verdikt is; deze verdikking gaat gelijkmatig in de zijwanden over, terwijl de buitenwand geheel onverdikt en zelfs zeer dun gebleven is. De doorsnede van het verdikte wandgedeelte is daardoor sikkelvormig; in fig. 20 is deze eigenaardigheid, die ik voor geen enkele andere Coffea-soort beschreven vind, zeer duidelijk te zien. De voor den bovenwand ontbrekende en bij den benedenwand zeer sterk aanwezige verdikking maakte het verkrijgen eener goede doorsnede minder gemakkelijk.

Bij scherpe instelling van het tangentieele beeld op de bovenste helft der zijwanden blijken deze weinig verdikt te zijn en de daar onduidelijke lijstjes nemen naar het benedengedeelte der zijwanden in dikte toe.

De verdikte celwanden der testascleridiën wordt in de literatuur algemeen als verhout aangegeven. In het algemeen is dit dan ook ongetwijfeld het geval, doch deze elementen zijn bij de Mautsaka-koffie relatief weinig verhout. Niet alleen, dat houtstof soms bijkans in het geheel niet in verschillende nabijliggende steencellen kan worden aangetoond, doch ook de positieve reacties daarop vallen vaak weinig intensief uit. Dit geldt zoowel voor de reactie met phloroglucine en zoutzuur als voor die met isobutylalcohol en zwavel-

COFFEA AMARA.

Dwarsche doorsnede van de testa.

345 maal vergroot.

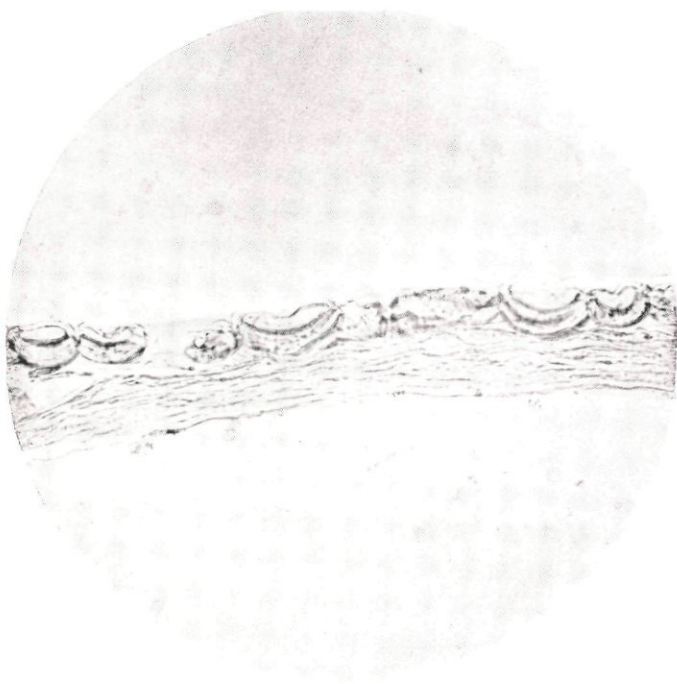


Fig. 20.

COFFEA AMARA.

Epidermis van het endosperm.

348 maal vergroot.

De cuticula en de cuticulaire laag zijn met Sudan III gekleurd.

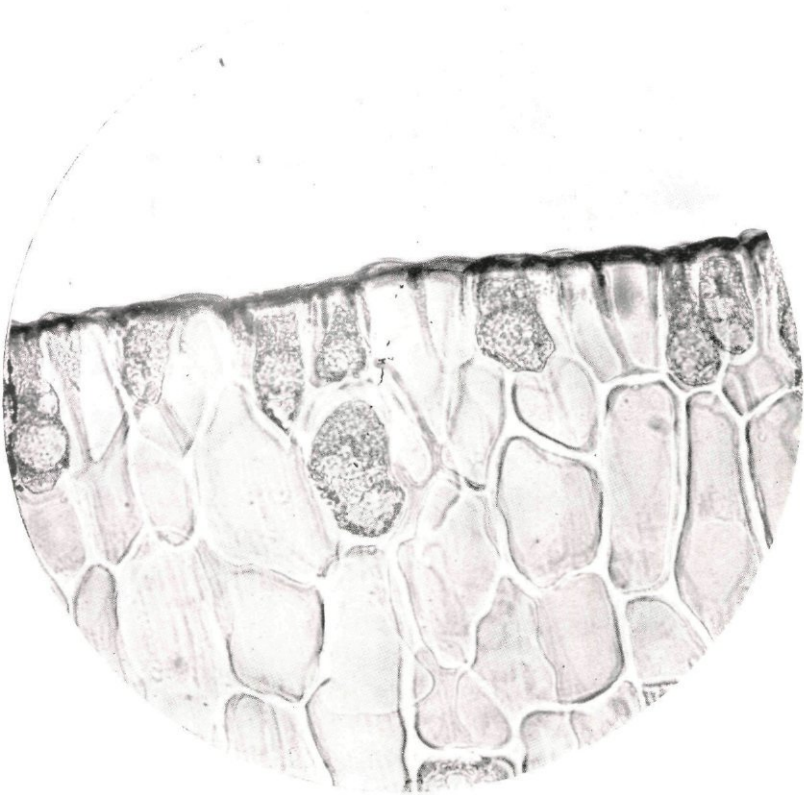


Fig. 21.

zuur; de reactie met anilinezouten is over het geheel duidelijker. De reacties met cuoxam en met chloorzinkjodide vallen echter negatief uit; wij hebben hier dus klaarblijkelijk met eene weinig intensieve verhouting te doen. Van eene intensieve verhouting als bij *C. arabica*, bij *C. liberica* of bij *C. robusta* bijv. is bij *C. amara* geen sprake.

Het zilvervlies kan verder onbesproken blijven. Onder de steencellen vinden wij eerst eenige lagen zeer dunwandig, en vaak bladgroenresten bevattend, gecomprimeerd parenchym, daaronder meerdere lagen zeer sterk samengedrukt parenchymweefsel.

Met betrekking tot het *endosperm* der Mautsaka-koffie kan het volgende worden medegedeeld.

Het geheele *endosperm* is omsloten door een epidermis, dus niet alleen het buitenste, om den zaadkern loopende gedeelte, zooals Tschirch dit bijv. voor het *endosperm* van *Theobroma Cacao* opgeeft, met de opmerking, dat het „natuurlijk slechts aan het buitenste, rondom den zaadkern verloopende gedeelte” een epidermis vertoont en niet in de plooiën³⁵⁾.

Tschirch maakt overigens in zijn Atlas van den epidermis van het Coffea-endosperm geen vermelding.

De doorsnede dezer epidermiscellen, die dus alle plooiën van het endosperm bekleeden, is ongeveer 25—40 μ breed; zij is vaak eenigszins radiaal gestrekt, zoodat hare lengte 50—75 μ bedraagt — voor de meer kwadratische cellen is 45—50 μ een vrij normale lengte. De buitenwand, die ongeveer 3—4 μ dik is, laat na kleuring met Sudan III eene cuticula onderscheiden (ongeveer 0,5—0,7 μ dik) en een daaronder liggende cuticulaire laag (1—2 μ dik ongeveer), die zich weliswaar eveneens intensief kleurt, doch iets minder dan de cuticula. Daaronder ligt de eigenlijke celwand (1,5—2 μ dik ongeveer). De radiale wanden wijken naar buiten voor de helft of voor wat meer of minder uiteen, en de cuticulaire laag plant zich tongvormig in de hierdoor ontstane ruimten voort, soms met korrelachtige voortzettingen. In Fig. 21 is een microfotografie weergegeven van de epidermale zone van het endosperm, met Sudan III gekleurd. Deze figuur vertoont zeer duidelijk de tongvormige en zich korrelig voortzettende cuticulaire ingroeiingen.

Dergelijke cuticulaire tongvormige uitstulpingen vond ik ook bij *C. arabica*, doch bij de door mij onderzochte zaden waren zij veel minder sterk ontwikkeld, en nog veel minder ontwikkeld vond ik deze uitstulpingen bij de door mij onderzochte zaden van *C. liberica*. Ook na behandeling der doorsneden met chloorzinkjodide, waardoor alle overige celwanden blauw gekleurd werden, zijn de cuticulaire laag en de cuticula, een bruine kleur aangenomen hebbende, goed te onderscheiden.

³⁵⁾ Tschirch — Oesterle: Atlas, pag. 22.

Onder den epidermis vindt men 2 tot 3 lagen radiaal gestrekte cellen van verschillende afmetingen, tot $150\ \mu$ radiale lengte zelfs; $60\text{--}90\ \mu$ is voor deze lengte een veel voorkomende grootte. Aanvankelijk zijn de wanden hiervan weinig verdikt (zie Fig. 21), doch de meer centraal gelegen lagen vertoonen in stijgende mate aanvankelijk flauwe doch later meer en meer duidelijke verdikkingen. Deze verdikkingen verlopen in den regel langzaam in den wand en komen meer overeen met het type, zooals dat bij *C. liberica* aange troffen wordt, dan met dat bij *C. arabica*, ofschoon er overgangen voorkomen. Onder en tusschen deze isodiametrische elementen vinden wij dan de *embryonalzone*. Zij bestaat uit eenige (bijv. 8—10) lagen van tangentieel gestrekte cellen, waarvan de wanden onverdikt zijn. Gewone maten voor de tangentieele lengte liggen ongeveer tusschen 40 en $80\ \mu$, en voor de radiale lengte ongeveer tusschen $20\text{--}40\ \mu$. Deze tafelvormige cellen laten in het midden kleinere en grootere spleten open, die ik hier embryonaalspleten wil noemen. Men zie hiervoor Fig. 22. Het embryo ligt in een dergelijke spleet van grootere afmetingen, de cavité embryonnaire van Marchand. De om de spleten gelegen cellen zijn zeer dunwandig en schijnen tot verslijming te neigen. Tschirch heeft het weefsel der embryonaalzone dan ook zwelweefsel (Quellgewebe) genoemd en daarbij aangegeven, dat de celwanden niet op cellulose reageeren. Deze veronderstelling is mij niet geheel juist gebleken. Het zwelweefsel zou de opnemng der reservestoffen door de cotyledonen bemiddelen.

Hierboven heb ik er op gewezen, dat alle celwanden, behoudens de cuticula en de cuticulaire laag, zich blauw kleuren met chloorzinkjodide. Gaan wij deze reactie nauwkeuriger na en zien wij bij zwakke vergrooiting hoe zij zich ontwikkelt, dan kan vooreerst worden opgemerkt, dat de blauwe kleur wel het eerst bij de embryonaalzone zichtbaar wordt. Laat men het reagens langer inwerken dan heeft het geheel wel een blauwe kleur aangenomen, doch bij nauwkeuriger beschouwing bij sterkere vergrooiting blijkt, dat de doorsneden der celwanden vrijwel ongekleurd gebleven zijn, doch dat de blauwe kleur voornamelijk pleksgewijze kan worden waargenomen op de niet of weinig verdikte wandgedeelten, resp. in de stippels. Bij ongeveer 800-voudige vergrooiting heb ik in de embryonaalzone in dergelijke preparaten herhaaldelijk de blauwgekleurde stippelkanalen kunnen waarnemen. Het allerbinnenste deel van den celwand vertoont de reactie.

In hoofdzaak bestaan deze wanden dus niet uit cellulose. Het chemische onderzoek van de gebruikskoffiesoorten heeft geleerd, dat de endospermwanden daarvan voor een groot deel uit hemicellulosen, pentosanen, galaktaan en mannaan bestaan. Voor een chemisch onderzoek van de Mautsaka-koffie in deze richting ontbreekt mij de gelegenheid, doch ik wil hierbij aantekenen dat alle celwanden, met

COFFEA AMARA.

Embryonaalzone met open spleet.

150 maal vergroot.

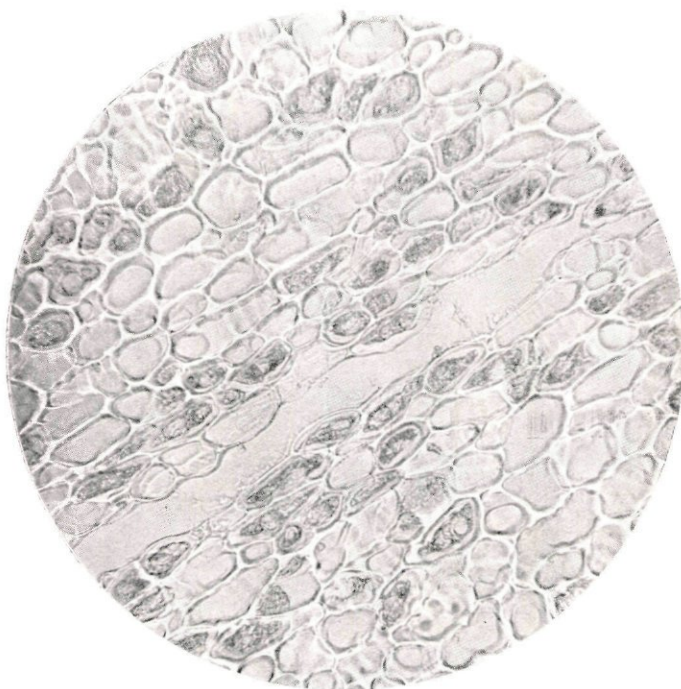


Fig. 22.

uitzondering van de cuticula en van de cuticulaire laag, zich snel en intensief kleuren met rutheniumrood. Congorood kleurt vooral de naar de spleten toegekeerde wanden der embryonaalzone sterk, doch geenszins overal. In het algemeen laten de microchemische reacties in deze richting, wat de interpretatie der positieve of negatieve uitkomsten aangaat, aan zekerheid te wenschen over.

De inhoudstoffen der endospermcellen kunnen hier buiten beschouwing blijven.

Ten slotte moeten hier nog eenige opmerkingen gemaakt worden met betrekking tot den microscopischen bouw van de kiem.

Het embryo, waarvan de vorm en de afmetingen reeds uitvoerig besproken zijn, is zeer kleincellig van bouw. Voor de dikte der cotyledonen meet ik aan de middennerf 150—200 μ , onmiddellijk daarnaast ongeveer 125 μ , en halverwege tusschen de middennerf en den rand ongeveer 80—90 μ . Daar bestaat de geheele dikte uit 8—10 cellagen.

De cellen, waaruit de epidermis aan de onderzijde (buitenzijde der tegen elkaar liggende cotyledonen) bestaat, zijn zeer dunwandig. De buitenwand daarvan is eenigszins bolvormig, neigt daar althans vaak toe, en is naar schatting ongeveer 0,5 μ dik. De grootte dezer iets radiaal gestrekte epidermiscellen is op ongeveer 15 μ bij 18—20 μ te schatten. De epidermiscellen van de bovenzijde der zaadlobben zijn wat kleiner, bijv. gemiddeld 12 μ bij 15—17 μ . De wand is hiervan iets dikker, dan die van de epidermiscellen der onderzijde. Deze epidermes vertoonen geen cuticula, noch een cuticulaire laag; na kleuring met Sudan III is bij 800-voudige vergrooting hoogstens de aanduiding eener cuticula te zien. Het ontbreken van de cuticula en van de cuticulaire laag kan hier geenszins verwonderen, in verband met de kiemingsgeschiedenis, waarbij de cotyledonen als zuigorganen optreden, die de gehydrolyseerde reservestoffen in zich opnemen. Ook bij den wortelepidermis vonden Rumpf en Kroemer geen cuticula³⁶⁾.

Binnen de epidermis wordt het weefsel in het algemeen iets grootcelliger; de celwanden zijn dun (de dubbele celwand bijv. 0,5—0,8 μ).

Intercellulaire ruimten van kleine afmetingen zijn aanwezig. Het weefsel, waaruit de vaten zullen ontstaan, bestaat uit nauwe, eenigszins gestrekte elementen, die in doorsnede 5—6 μ , ongeveer, meten, en waarvan de wanddikte 1,2—1,5 μ bedraagt. Het om de toekomstige fibrovasaalstrengen liggende parenchym is wat kleincelliger dan overigens het geval is. Alle celwanden kleuren zich uiterst zwak

³⁶⁾ G. Rumpf: Rhizodermis, Hypodermis und Endodermis der Farnwurzel, Bibliotheca botanica, Heft LXII, en

K. Kroemer: Wurzelhaut, Hypodermis und Endodermis der Angiospermenwurzel, Bibliotheca botanica, Heft LIX.

met chloorzinkjodide, doch zeer duidelijk met rutheniumrood, vooral de wanden der twee of drie aan den omtrek gelegen cellagen. De cellen zijn rijk aan eiwit en aan vet. Zetmeel is hierin niet aantoonbaar, noch met jodchloralhydraat, noch met jodjodkalium. De door Froehner vermelde reactie, waarbij de embryonen (doorsneden?) na ontvetting met aether, eerst met zoutzuur behandeld worden en daarna met jodjodkalium, is geen zetmeelreactie. Mij is het althans niet gelukt zetmeel in de cotyledonen der Mautsaka-koffie aan te toonen.

Uit de hierboven gegeven mededeelingen kan het volgende worden afgeleid.

De Mautsaka-koffie, die vrij van coffeïne is, kan niet geïdentificeerd worden met de zeer coffeïne-arme *Coffea mauritiana* Lam., noch met de coffeïne-vrije *Coffea Humblotiana* Baillon, noch met de door Dubard beschreven coffeïne-vrije soorten *Coffea Gallienii*, *Coffea Bonnierii* en *Coffea Mogeneti*. *Coffea Augagneuri* kan buiten beschouwing blijven.

Het materiaal, dat voor onderzoek beschikbaar was, en de in de literatuur, met betrekking tot deze soorten, voorkomende zeer onvolledige gegevens, laten dit niet toe. De zaden der verschillende Coffea-soorten zijn in het algemeen zeer onvoldoende onderzocht; eene meer nauwkeurige studie daarvan zal eerst eene meer juiste onderlinge vergelijking der verschillende soorten mogelijk maken. De vraag, of de Mautsaka-koffie beschouwd moet worden als een nieuwe, nog niet beschreven soort, kan derhalve nog niet worden beantwoord; voorloopig wordt daarvoor, ter onderscheiding, de naam *Coffea amara* voorgesteld.

Het statistisch onderzoek der zaadkernen leert, dat de drie hoofd-afmetingen daarvan eene regelmatige fluctueerende variabiliteit vertoonen. De kernen der rondboonen zijn over het geheel wat korter en wat smaller, doch hooger (dikker) dan de platboonkernen.

Het is gebleken, dat de totale lengte van het embryo niet constant is, en evenmin de verhouding van de lengte der cotyledonen tot die van de radicula, resp. tot de totale lengte. Beide grootheden vertoonen fluctueerende variabiliteit, niet alleen voor *C. amara*, doch ook voor *C. arabica*. Vermoedelijk zal dit ook voor verschillende andere soorten gelden. Evenmin constant is de vorm der cotyledonen, waarvan de aanleg voor het fibrovasaalsysteem steeds eene zeer ontwikkelde vertakking vertoont, vóórdat er nog van eenigen aanvang van ontkieming sprake is. Niet alle zaden bevatten embryonen.

Het beschikbare materiaal was niet toereikend voor eene volledige studie van den vruchtwand, omdat behoudens het endocarp slechts kleine resten aanwezig waren, die tengevolge van de fermentatie zeer geleden hadden. Het endocarp, dat zeer sterk ontwikkeld is, komt in hoofdzaak overeen met dat der overige koffiesoorten. De

COFFEA AMARA.

Verdroogde vruchtjes, tweemaal vergroot.

(I en II bevatten een dubbele platboon, III en IV elk een rondboon en een voosboon.)

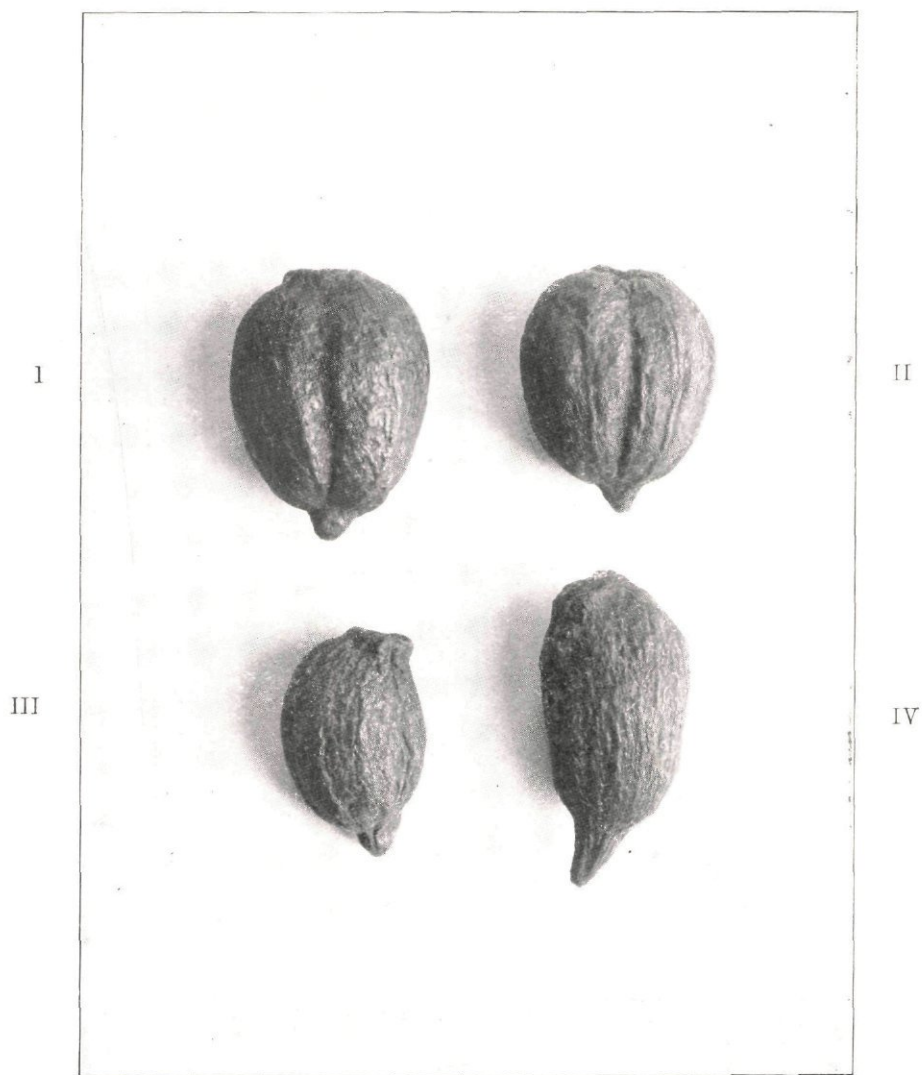


Fig. 23.

sclerenchymcellen van de testa zijn echter voor *C. amara* kenmerkend, omdat zij aan de onderzijde verdikt zijn, terwijl deze verdikking geleidelijk in de zijwanden verloopt en de buitenwand geheel onverdikt blijft. Het is mogelijk, dat deze eigenaardigheid bij andere *Coffea*-soorten voorkomt; in de literatuur ontbreken dienaangaande evenwel aanwijzingen, en ook door mij is zij bij andere soorten niet aangetroffen. De verhouting van de wanden dezer elementen van *C. amara* is weinig intensief.

Het endosperm wordt geheel omsloten door een epidermis met sterk ontwikkelde cuticula en cuticulaire laag, welke laatste zich tongvormig eenigszins tusschen de radiale wanden der epidermis-cellen voorplant. Het kleincellige embryo vertoont aan de cotyledonen een zeer dunwandige epidermis, waarvoor nòch een cuticula, nòch een cuticulaire laag kan worden aangetoond, vermoedelijk in verband met de door de zaadlobben als zuigorgaan te vervullen functie bij de opneming der gehydrolyseerde reservestoffen.

Wageningen, Juni 1915.

Mautsaka-Kaffee.

(Kurze Zusammenfassung obiger Ausführungen).

Der kaffeinfreie Mautsaka-Kaffee kann nicht identifiziert werden mit *Coffea mauritiana* Lam., *Coffea Humblotiana* Baillon, *Coffea Gallieni* Dubard, *Coffea Bonnierii* Dub. und *Coffea Mogeneti* Dub.

Coffea Augagneuri kann vorläufig nicht näher berücksichtigt werden.

Nòch das zur Untersuchung zur Verfügung stehende Material, nòch die Angaben der Literatur machen diese Identifizierung möglich. Die Samen der verschiedenen *Coffea*-Arten sind im Allgemeinen noch nicht genügend untersucht worden; erst ein mehr genaues Studium dieser Samen wird eine bessere Vergleichung der verschiedenen Spezies möglich machen. Die Frage, ob der Mautsaka-Kaffee als eine neue Art betrachtet werden soll, kann deshalb noch nicht gelöst werden; zur Unterscheidung von den bis jetzt beschriebenen Arten wird hier vorläufig der Name *Coffea amara* vorgeschlagen.

Aus der statistischen Untersuchung der Samen geht hervor, dass deren Abmessungen eine fluktuierende Variabilität zeigen. Der Kern — das Endosperm — der Peribohnen ist durchschnittlich etwas kürzer und schmaler, jedoch etwas höher (dicker) als der Kern der normalen Samen.

Es hat sich weiter gezeigt dass sowohl die Länge der Keimlinge als auch das Verhältniss zwischen der Länge der Keimblätter und die des Würzelchens nicht konstant sind; auch sie zeigen eine fluktuierende Variabilität, nicht nur bei *Coffea amara*, sondern auch bei *Coffea arabica*

und wahrscheinlich auch bei anderen Arten. Auch die Form der Kotyledonen ist nicht konstant; die Anlage des Fibrovasalsystems zeigt immer eine gut entwickelte Verzweigung, auch bei *C. arabica*.

Für eine genauere Betrachtung des Fruchtfleisches reichte das Material nicht aus. Das stark entwickelte Endocarp stimmt in seinem Bau mit dem der anderen *Coffea*-Arten in Allgemeinen überein. Die Steinzellen der Samenschale (des Silberhäutchens) sind jedoch für *Coffea amara* charakteristisch, weil sie nur an der Unterseite stark verdickt sind; diese Verdickung geht gleichmässig in den Seitenwänden über. Die Wände dieser Steinzellen sind im Allgemeinen nicht sehr intensiv verholzt.

Das Endosperm wird gänzlich von einer Epidermis mit stark entwickelter Cuticularschicht und Cuticula umschlossen; diese Cuticularschicht zeigt zungenförmige Fortsetzungen zwischen den radialen Wänden der Epidermiszellen. Der Embryo ist sehr kleinzellig; der sehr dünnwandige Epidermis der Kotyledonen zeigt entweder eine Cuticularschicht oder eine Cuticula, wahrscheinlich weil die Keimblätter als Saugorgane die hydrolyzierten Reservestoffe in sich aufnehmen.
